



**LAS MOSCAS DE LA FRUTA
(DIPTERA: TEPHRITIDAE)
EN EL URUGUAY**

NOVIEMBRE 2019

SERIE
FPTA-INIA

81

LAS MOSCAS DE LA FRUTA (DIPTERA: TEPHRITIDAE) EN EL URUGUAY

FPTA - 289

Responsable Técnico:

Iris B. Scatoni¹
María Victoria Calvo¹
Soledad Delgado¹
Felicia Duarte^{1,2}
Elina Zefferino²

Participación de:

Wuilliam Techeira²
Valentina Martínez³
Angelo Turra³
Mónica Ziminov³

¹ Departamento de Protección Vegetal, Facultad de Agronomía, Universidad de la República

² Dirección General de Servicios Agrícolas (DGSA), Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca

³ Ayudantes de Investigación, Facultad de Agronomía, Universidad de la República

Título: LAS MOSCAS DE LA FRUTA (DIPTERA: TEPHRITIDAE) EN EL URUGUAY

Responsable Técnico: Iris B. Scatoni
María Victoria Calvo
Soledad Delgado
Felicia Duarte
Elina Zefferino

Participación de: Wuilliam Techeira
Valentina Martínez
Angelo Turra
Mónica Ziminov

Serie: FPTA N° 81

ISBN: 978-9974-38-434-7

© 2019, INIA

Editado por la Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología de INIA
Andes 1365, Piso 12. Montevideo, Uruguay
<http://www.inia.uy>

Quedan reservados todos los derechos de la presente edición. Este libro no se podrá reproducir total o parcialmente sin expreso consentimiento del INIA.

Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria

Integración de la Junta Directiva

D.M.T.V., Ph.D. José Luis Repetto - Presidente

Ing. Agr., Mag. Mariana Hill - Vicepresidenta



Ing. Agr. Rafael Secco



Ing. Agr. Alberto Bozzo

Ing. Agr. Alejandro Henry



FONDO DE PROMOCIÓN DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

El Fondo de Promoción de Tecnología Agropecuaria (FPTA) fue instituido por el artículo 18° de la ley 16.065 (ley de creación del INIA), con el destino de financiar proyectos especiales de investigación tecnológica relativos al sector agropecuario del Uruguay, no previstos en los planes del Instituto.

El FPTA se integra con la afectación preceptiva del 10% de los recursos del INIA provenientes del financiamiento básico (adicional del 4o/oo del Impuesto a la Enajenación de Bienes Agropecuarios y contrapartida del Estado), con aportes voluntarios que efectúen los productores u otras instituciones, y con los fondos provenientes de financiamiento externo con tal fin.

EL FPTA es un instrumento para financiar la ejecución de proyectos de investigación en forma conjunta entre INIA y otras organizaciones nacionales o internacionales, y una herramienta para coordinar las políticas tecnológicas nacionales para el agro.

Los proyectos a ser financiados por el FPTA pueden surgir de propuestas presentadas por:

- a) los productores agropecuarios, beneficiarios finales de la investigación, o por sus instituciones.
- b) por instituciones nacionales o internacionales ejecutoras de la investigación, de acuerdo a temas definidos por sí o en acuerdo con INIA.
- c) por consultoras privadas, organizaciones no gubernamentales o cualquier otro organismo con capacidad para ejecutar la investigación propuesta.

En todos los casos, la Junta Directiva del INIA decide la aplicación de recursos del FPTA para financiar proyectos, de acuerdo a su potencial contribución al desarrollo del sector agropecuario nacional y del acervo científico y tecnológico relativo a la investigación agropecuaria.

El INIA a través de su Junta Directiva y de sus técnicos especializados en las diferentes áreas de investigación, asesora y facilita la presentación de proyectos a los potenciales interesados. Las políticas y procedimientos para la presentación de proyectos son fijados periódicamente y hechos públicos a través de una amplia gama de medios de comunicación.

El FPTA es un instrumento para profundizar las vinculaciones tecnológicas con instituciones públicas y privadas, a los efectos de llevar a cabo proyectos conjuntos.

De esta manera, se busca potenciar el uso de capacidades técnicas y de infraestructura instalada, lo que resulta en un mejor aprovechamiento de los recursos nacionales para resolver problemas tecnológicos del sector agropecuario.

El Fondo de Promoción de Tecnología Agropecuaria contribuye de esta manera a la consolidación de un sistema integrado de investigación agropecuaria para el Uruguay.

A través del Fondo de Promoción de Tecnología Agropecuaria (FPTA), INIA ha financiado numerosos proyectos de investigación agropecuaria a distintas instituciones nacionales e internacionales. Muchos de estos proyectos han producido resultados que se integran a las recomendaciones tecnológicas que realiza la institución por sus medios habituales.

En esta serie de publicaciones, se han seleccionado los proyectos cuyos resultados se considera contribuyen al desarrollo del sector agropecuario nacional. Su relevancia, el potencial impacto de sus conclusiones y recomendaciones, y su aporte al conocimiento científico y tecnológico nacional e internacional, hacen necesaria la amplia difusión de estos resultados, objetivo al cual se pretende contribuir con esta publicación.

Índice general

1. INTRODUCCIÓN	9
2. ANTECEDENTES	10
2.1. Las moscas de la fruta y su relación con otros grupos de similares características	10
2.1.1. Familia Lonchaeidae	10
2.1.2. Familia Ulidiidae	10
2.1.3. Familia Tephritidae	11
2.1.3.1. <i>Ceratitis capitata</i> o mosca del Mediterráneo	11
2.1.3.2. <i>Anastrepha fraterculus</i> o mosca sudamericana de la fruta	13
2.2. Hospedantes de las moscas de la fruta	15
2.2.1. Moscas de la fruta en hospedantes cultivados y silvestres: aportes desde el Laboratorio de la DGSA-MGAP	16
2.3. Daños e importancia económica	18
2.4. Biología.....	19
2.5. Monitoreo de poblaciones	20
2.5.1. Sistema Nacional de Vigilancia Fitosanitaria	21
2.6. Fluctuación de poblaciones	22
2.7. Estrategias de control	25
3. BASES PARA EL MANEJO INTEGRADO DE LAS MOSCAS DE LA FRUTA	28
3.1. La investigación nacional en los últimos cinco años y sus objetivos	28
3.2. Estrategia de investigación y metodología	28
3.2.1. Prospección de hospedantes y parasitoides	28
3.2.2. Colecta de adultos en trampas	29
3.2.3. Nivel de daño en frutos de diferentes hospedantes	30
3.2.4. Evaluación de atrayentes alimenticios para hembras pre-reproductivas de tefrítidos y su impacto sobre los organismos benéficos	30
3.3. Resultados	33
3.3.1. Hospedantes y parasitoides de las moscas de la fruta	33
3.3.2. Desarrollo estacional	37
3.3.2.1. Desarrollo estacional y su relación con los diferentes hospedantes	40
3.3.2.2. Desarrollo estacional y su relación con los parámetros climáticos	41
3.3.3. Relación entre las capturas de moscas de la fruta en trampas con el nivel de daño en frutos de diferentes hospedantes	45
3.3.3.1. Niveles de daño en frutos de cítricos y de frutales de hoja caduca	45
3.3.3.2. Relación entre las capturas en trampas y el nivel de daño en frutos	46

3.3.3.3. Distribución espacio-temporal: integración de capturas y daños en un SIG	50
3.3.4. Eficacia de atrayentes alimenticios en la captura de <i>Anastrepha fraterculus</i> y <i>Ceratitis capitata</i>	57
3.3.4.1. Proporción de hembras pre-reproductivas capturadas	58
3.3.4.2. Impacto de los atrayentes sobre la entomofauna benéfica	59
3.4. Consideraciones finales y recomendaciones	60
4. AGRADECIMIENTOS	62
5. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA	62

Responsable Técnico: Iris B. Scatoni
 María Victoria Calvo
 Soledad Delgado
 Felicia Duarte
 Elina Zefferino

Participación de: Wuilliam Techeira
 Valentina Martínez
 Angelo Turra
 Mónica Ziminov

LAS MOSCAS DE LA FRUTA (DIPTERA: TEPHRITIDAE) EN EL URUGUAY

FPTA 289

Período de ejecución: Junio 2014 - Mayo 2018

1. INTRODUCCIÓN

Hasta el presente las moscas de la fruta que causan daño económico en el Uruguay se limitan a dos especies ampliamente conocidas, *Ceratitis capitata* y *Anastrepha fraterculus*. En los últimos años sus ataques han sido cada vez más constantes y severos, afectando tanto la cantidad como la calidad de la fruta en un gran número de frutales cultivados y silvestres. Las medidas de control aplicadas han sido insuficientes para prevenir las pérdidas ocasionadas.

La nueva combinación de hospedantes en una misma zona donde alternan frutales diversos con fechas de maduración parcialmente solapadas y consecutivas puede ser una de las causas que explique el incremento de las poblaciones de estos insectos. También contribuye a ello las condiciones climáticas reinantes en los últimos años. Especialmente la falta de frío invernal que reduce la mortalidad a la vez que la ausencia de precipitaciones por largos períodos, disminuye la incidencia de hongos entomopatógenos, una habitual causa de mortalidad de las pupas en el suelo.

La respuesta inmediata ante el incremento de los daños ha sido la intensificación en el uso del control químico, el que no parece ser una solución viable y duradera, y menos aún en cultivos con destino a la exportación. Los mercados internacionales exigen fruta libre de plagas a la vez que acotan los

principios activos a utilizar y sus límites máximos de residuos.

Esto ha determinado que productores y exportadores demanden a los organismos de investigación nacionales, el desarrollo y propuesta de medidas alternativas de manejo de estas plagas amigables con el ambiente. Esta temática fue priorizada en el plan estratégico para la citricultura nacional (Manchacoses 2009).

La implementación de estrategias alternativas al control químico requiere de conocimientos básicos, algunos de los cuales se generaron a partir de distintos proyectos de investigación que se ejecutaron en los últimos años para las principales zonas frutícolas. Es de esperar que estos conocimientos sienten las bases necesarias para la utilización de estrategias que trascienden los límites del predio, como el trapeo masivo, la técnica del insecto estéril, el saneamiento, los cebos tóxicos, el control biológico, etc. las que deben ser integradas en un esquema de monitoreo y manejo en áreas extensas.

La presente publicación se compone de dos partes, una con los antecedentes internacionales y nacionales sobre los aspectos básicos más relevantes de estas especies y la otra con los proyectos de investigación ejecutados en los últimos cinco años, con la finalidad poner a disposición de productores y asesores técnicos el conocimiento generado sobre las moscas de la fruta en Uruguay.

2. ANTECEDENTES

2.1. Las moscas de la fruta y su relación con otros grupos de similares características

Las moscas de la fruta desde el punto de vista taxonómico pertenecen al Orden Diptera, a la Superfamilia Tephritoidea y a la Familia Tephritidae. Los dípteros alcanzan una marcada diversidad estructural, en primera instancia se reconocen por la presencia de un solo par de alas, las anteriores, en tanto que las posteriores se han modificado en unos órganos llamados balancines o halterios. Unos pocos dípteros son ápteros o braquípteros. En general poseen el cuerpo blando y la inmensa mayoría son pequeños o medianos, con un tamaño que oscila entre 1 y 30 mm de longitud. Presentan ojos desarrollados que a menudo ocupan gran parte de la cabeza que es muy móvil, las antenas tienen distintas formas y con frecuencia difieren entre los sexos, las piezas bucales son variables pero adaptadas para la succión de líquidos. Las larvas son ápodas aunque con gran diversidad estructural (Bentancourt *et al.*, 2009).

Este Orden comprende uno de los grupos de insectos más diversos con 128 familias en todo el mundo. Las especies de dípteros en general, son capaces de explotar una gran variedad de sustratos de alimentación ya sea en estado adulto o durante sus estados larvarios. Entre los hábitos más generalizados en los dípteros, se encuentran las familias saprófagas o degradadoras ya que se alimentan de restos vegetales o animales; las depredadoras o parasitoides de otros artrópodos de quienes regulan sus poblaciones; además de otros grupos cuyas especies constituyen vectores de ciertas enfermedades de vertebrados (Skevington & Dang 2002).

En particular, los dípteros fitófagos están especializados para alimentarse de una gran variedad de tejidos de plantas, en sus frutos y semillas, hasta tallos, hojas y raíces. En este grupo se encuentran los miembros de la familia Tephritidae, que reciben el nombre común de "moscas de la fruta", debido a que sus larvas se alimentan en el interior de los frutos de un gran número de plantas cultivadas y silvestres; por lo que diversas especies ocasionan grandes pérdidas económicas para la fruticultura a nivel mundial. La

familia se encuentra en las regiones templadas, subtropicales y tropicales de todo el mundo (García & Corseuil 2004a).

El conocimiento de la taxonomía del grupo para los programas de control y/o erradicación resulta una herramienta esencial para una correcta identificación de las especies. Estudios taxonómicos han sido llevados adelante en la región por Zucchi (2000), Gatelli *et al.*, (2008), García y Norrbom (2011) y Norrbom *et al.*, (2012).

La superfamilia Tephritoidea pertenece al Sub Orden Brachycera y comprende 8 familias, de las cuales tres están bien representadas en nuestro medio: Lonchaeidae, Ulidiidae y Tephritidae, todas ellas pueden encontrarse compartiendo los mismos recursos.

2.1.1. Familia Lonchaeidae

Los miembros de la familia Lonchaeidae son moscas bastante peculiares; de color negro con brillo metálico verdoso o azul, o combinación de ambos. Pueden confundirse con algunas especies de Ulidiidae, con las que parecen estar estrechamente relacionadas por el hábito de sus larvas, usualmente saprófago o carpófago.

La familia está muy bien representada en América del Sur, aunque el conocimiento de los Lonchaeidae frugívoros es todavía incipiente en este continente, poco o nada se sabe sobre la identidad y la biología de muchas especies. La falta de estudios posiblemente se deba a que varias especies son oportunistas y están asociadas con la infestación de tefrítidos, aunque algunas son invasoras primarias.

En Uruguay, el conocimiento sobre las especies de Lonchaeidae asociadas con las frutas es escaso. *Dasiops uruguayensis* y *Lonchaea chalybea* eran los únicos registros hasta el momento (Ruffinelli & Carbonell 1954).

2.1.2. Familia Ulidiidae

Los Ulidiidae (anteriormente Otitidae) forman una gran y diversa familia de moscas de tamaño variable, con las alas generalmente moteadas que, como en familias relacionadas, la mayoría de las veces son herbívoras o saprófagas. Los adultos frecuentan ambientes húmedos y de abundante vegetación. Las larvas muestran hábitos variados y

muchas viven en frutos, tubérculos, raíces y bulbos dañados o en materia vegetal en descomposición. El género *Euxesta* está representado en el país causando perjuicios menores en las mazorcas de maíz (Bentancourt & Scatoni 2010). Los representantes de este género se encuentran distribuidos en áreas tropicales y subtropicales de América e incluyen 36 especies en los EE.UU. y norte de México, y unas 69 en los países que se encuentran al sur. Son plagas secundarias en ajo y otras liliáceas, tomate, papas, frutales y del maíz dulce (Bertolaccini *et al.*, 2010). Otro representante de la familia es *Pterotaenia fasciata* encontrándose en cultivos de: alfalfa, haba, maíz, avena, trigo, acelga y zanahoria en Argentina (Arce de Hamity 1989).

2.1.3. Familia Tephritidae

Los tefritidos son dípteros de tamaño pequeño a mediano y de coloración generalmente amarilla, anaranjada, castaña o negra, con frecuencia muestran combinaciones de los colores antes mencionados. Las antenas son cortas, los ojos grandes, generalmente coloreados y muchas veces iridiscentes. Las alas están bien desarrolladas y son moteadas. Las hembras presentan un ovipositor telescópico, formado por una vaina tubular con estiletes internos adaptados para perforar. Esta familia, encierra más de 4.000 especies y, si bien tiene una amplia distribución mundial, alcanza su mayor diversidad en los trópicos. Los adultos frecuentan la vegetación, flores y frutos. Son atraídos por los ácidos orgánicos de los materiales vegetales en fermentación. Las larvas son fitófagas, muchas viven en frutos, otras atacan flores y algunas minan hojas y tallos, también forman agallas en el tejido vegetal. El grupo muestra un gran interés económico por los enormes perjuicios que ocasionan. Las especies de mayor importancia son básicamente las llamadas “moscas de las frutas”, que dañan frutos de muy diversas familias botánicas (Norrbon 2004 a, b). En el país las especies de mayor importancia son la “mosca del Mediterráneo”, *Ceratitis capitata*, y

la “mosca sudamericana”, *Anastrepha fraterculus* (Trujillo Peluffo 1942, Ruffinelli & Carbonell 1954, FAO 1989, Bentancourt & Scatoni 2010). Ambas viven sobre frutos de cítricos, de hoja caduca, pequeños frutos y nativos, entre otros.

2.1.3.1. *Ceratitis capitata* o mosca del Mediterráneo

Descripción. Los adultos miden de 4,5 a 5,5 mm de longitud, su tamaño es algo menor que el de la mosca doméstica, de colores vivos: amarillo, blanco y negro. Su cabeza presenta grandes ojos verdes, iridiscentes; el tórax es gris con manchas negras y largos pelos; el abdomen es leonado con franjas dorsales amarillas y grises. Las patas son amarillentas. Las alas, matizadas, presentan algunas áreas de aspecto ahumado. La hembra posee un abdomen en forma cónica terminando en un fuerte oviscapto en el que se insertan abundantes setas sensoriales amarillas y negras (Fig. 1A, B y C). El macho, algo más pequeño, se caracteriza por poseer sobre la frente dos largas setas que culminan en una paleta romboidal (Fig. 1D). El huevo es de forma ovoide, blanco perlado recién puesto, para amarillear poco después. Su tamaño medio es de 1 x 0,20 mm. La superficie, lisa a simple vista, presenta una micro redícula de malla hexagonal (Fig. 2A). La larva es blanquecina, alargada, sin patas, afilada en la parte anterior y truncada posteriormente. Después de efectuar dos mudas, alcanza su completo desarrollo presentando un color blanco ocráceo o amarillo con manchas crema, anaranjadas o rojizas, debidas a la presencia de alimentos en su interior. Su tamaño es aproximadamente de 9 mm x 2 mm. (Fig. 2B). Concluida la última muda, la exuvia se convierte en una cubierta protectora en forma de pequeño tonel de color castaño que encierra a la pupa. En su interior se desarrolla una fase de profundas transformaciones en el cuerpo del insecto, que culminarán con la formación del adulto. Cuando éste emerge, el pupario se abre transversalmente, a modo de casquete, por uno de los extremos. (Fig. 2C).

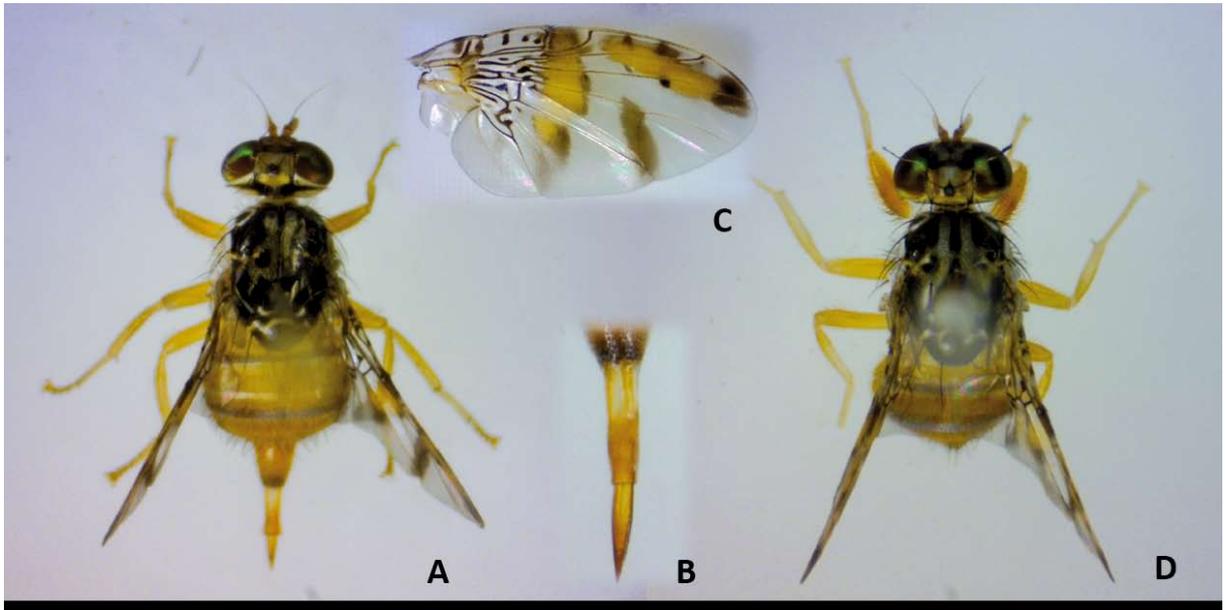


Figura 1. *Ceratitidis capitata*, A hembra, B detalle del oviscapo, C detalle del ala, D macho

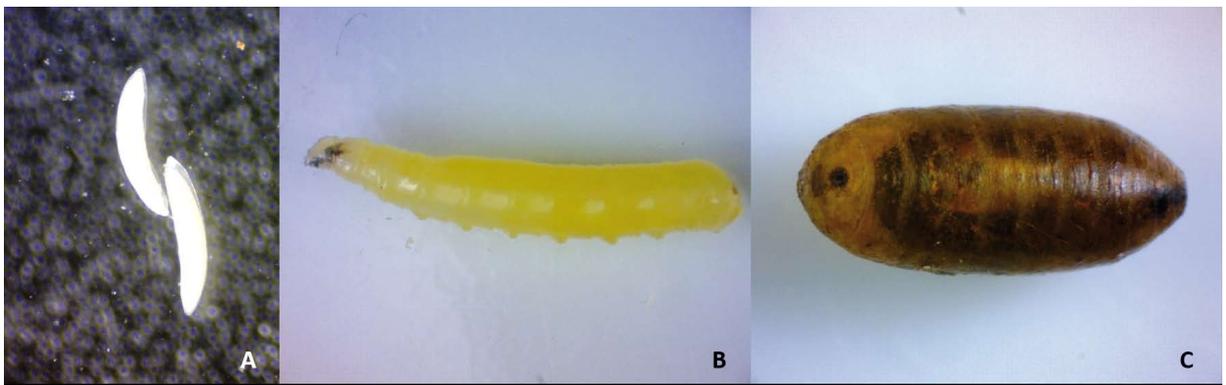


Figura 2. *Ceratitidis capitata*, A huevos, B larva, C pupa

Origen y Distribución. Es originaria de la costa occidental de África, donde vive junto a otras especies muy cercanas. Desde allí se extendió a zonas con climas templados y tropicales de los dos hemisferios. Su distribución se da en una faja que se extiende desde la latitud 48°N a 45°S, comprendiendo una gran diversidad de ambientes (Fig. 3). A pesar de su origen se le suele denominar mosca del Mediterráneo, ya que es en estos países donde su incidencia económica en los cultivos es mayor. Se le considera una especie casi cosmopolita por la dispersión mundial

que actualmente tiene, debido al aumento del comercio mundial de frutas. En la figura 3 se puede observar las áreas donde está presente y las áreas libres. Su alto potencial reproductor, su adaptabilidad alimentaria y la casi ausencia de enemigos naturales explican también su enorme expansión, alcanzando un alto poder destructivo al pasar desde las primitivas plantas silvestres hospedantes que la albergaban a los más diversos frutos cultivados por el hombre, entre los que se encuentran los de mayor importancia económica (Aluja & Mangan 2008).

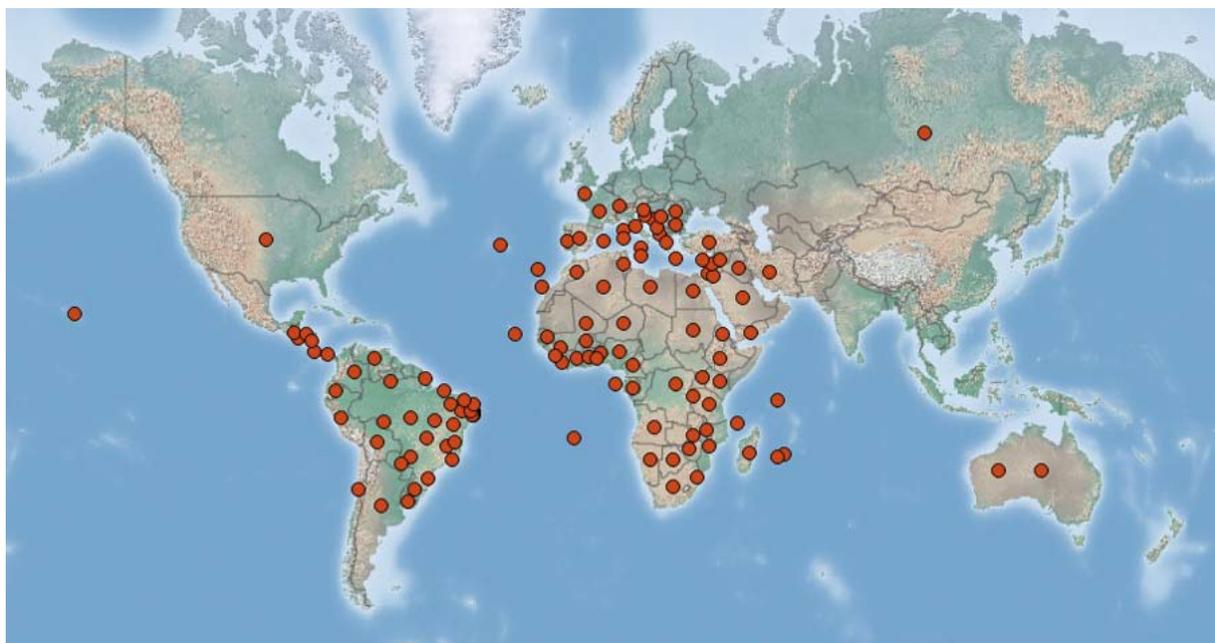


Figura 3. Distribución mundial de *Ceratitit capitata* (Tomado de Invasive Species Compendium, disponible en <https://www.cabi.org/isc/datasheet/12367>)

2.1.3.2. *Anastrepha fraterculus* o mosca sudamericana de la fruta

Descripción. Los adultos de *A. fraterculus* se separan fácilmente de los adultos de otros géneros de tefritidos por un simple carácter de la venación de las alas; la vena M alcanza el margen del ala justo detrás del ápice y se curva hacia delante antes de unirse al margen del ala. Además, la mayoría de las *Anastrepha* spp. tienen un patrón de ala muy característico; con la mitad apical del ala presentando una franja invertida en forma de "V"; y una franja a lo largo del borde anterior, que se extiende desde cerca de la base del ala hasta aproximadamente la mitad de su longitud. En la sección media entre el margen costal y el cubital, se encuentra una banda en forma de "S" de color amarillo a anaranjado con márgenes marrones estrechos, oscureciéndose distalmente; sección distal de la banda relativamente angosta, bien separada del vértice. La banda en "V" con el brazo distal suele estar completa y no conectada a la banda "S" (Fig. 4C). La cabeza, el tórax y el abdomen son predominantemente amarillentos a naranja-marrón. No presentan dimorfismo sexual, excepto por los caracteres sexuales y el tamaño.

Miden 12 a 14 mm de longitud, siendo las hembras un poco más largas que el macho y portando un ovipositor que alcanza a los 2 mm de longitud (Fig. 4A y D). Para obtener una identificación certera de la especie se requiere disecar el acúleo de la hembra (la parte distal y penetrante del ovipositor que normalmente se retrae hacia el orificio) que tiene una longitud 1,50-1,95 mm; una punta de 0,20-0,30 mm de largo, 0,12-0,15 mm de ancho, gradualmente afilada, pero con una ligera constricción proximal a la parte serrada distal (Fig. 4B). Los huevos de *A. fraterculus* son de color blanco cremoso, alargados, con un promedio de 1,35 a 1,42 mm. Estos son depositados por debajo de la epidermis de los frutos y las larvas se desarrollan en su interior y mudan dos veces para alcanzar la madurez. La longitud corporal promedio del tercer estadio oscila entre 8,77 y 10,02 mm y el ancho varía entre 1,4 y 1,8 mm (Fig. 5A y B). Presentan la mandíbula fuertemente esclerotizada, con un gran diente apical curvado y delgado. Las pupas son cilíndricas y parduscas, volviéndose más oscuras cuando el insecto está completamente desarrollado (Fig. 5C). En la naturaleza, se pueden encontrar enterradas en el suelo a profundidades variables.

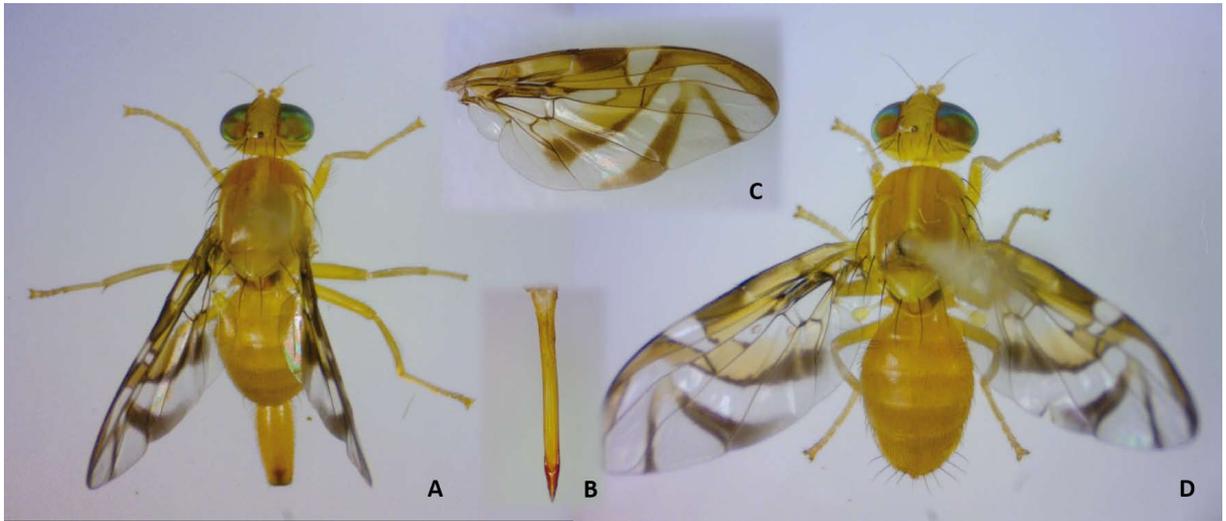


Figura 4. *Anastrepha fraterculus*, A hembra, B detalle del acúleo, C detalle del ala, D macho

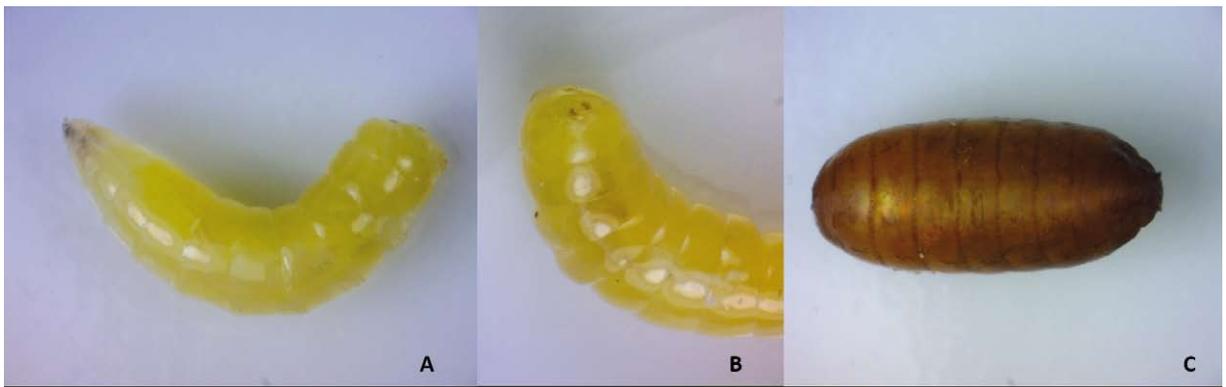


Figura 5. *Anastrepha fraterculus*, A larva, B detalle de la larva, C pupa

Origen y Distribución. La mayoría de las especies del género *Anastrepha* ocurren en la Región Neotropical, aunque algunas se encuentran también en el sur de la Región Neártica. Su distribución se da en una faja que se extiende desde la latitud 35°N a 35°S, comprendiendo una gran diversidad de ambientes, desde el nivel del mar a altitudes de 3000m, desde zonas desérticas a otras con alta pluviometría. Dentro del género, *A. fraterculus* es una de las especies de mayor importancia económica y se extiende desde el sur de Texas al centro de Argentina (Fig. 6). Aunque su distribución es tan amplia como la del género, su importancia económica es menor en el norte, pasando a ser dominantes *A. striata*, *A. ludens* y *A. obliqua*. Desde el centro sur de Brasil hacia su límite más sur de distribución, es considerada una plaga primaria, especialmente perjudicial para la producción de frutas de clima templado.

En Argentina y Uruguay, *A. fraterculus* comparte su importancia económica con *C. capitata*, siendo esta última la especie más abundante. Investigaciones recientes han revelado que esta especie es un complejo de al menos ocho especies crípticas, actualmente descritas como morfotipos. Estas especies son extremadamente similares en apariencia (morfología, fisiología y comportamiento) pero se hallan aisladas entre sí reproductivamente (Hernández-Ortiz *et al.*, 2012, Vera *et al.*, 2006). Se considera que las especies crípticas son el resultado de un proceso reciente de diferenciación. En Brasil, a través del estudio de diversas características biológicas y del marcador molecular ITS-1 se identificaron tres especies crípticas dentro del complejo *fraterculus*. El morfotipo Brasil 1 es el más abundante en el sur de este país y el único presente en Argentina (Vaníčkova *et al.*, 2015).



Figura 6. Distribución mundial de *Anastrepha fraterculus* (Tomado de Invasive Species Compendium, disponible en <https://www.cabi.org/isc/datasheet/5648>).

2.2. Hospedantes de las moscas de la fruta

La abundancia de las poblaciones de las moscas de la fruta va a depender entre otras cosas de la disponibilidad de hospedantes en la zona. La polifagia observada en *Ceratitis capitata* y *Anastrepha fraterculus*, y la presencia de hospedantes cultivados y silvestres asegura que las poblaciones puedan desarrollarse durante todo el año en algunas regiones (Norrbon 2004b, Oroño *et al.*, 2006). La mosca del Mediterráneo puede prosperar en ambientes muy perturbados, mientras que la mosca sudamericana vive mejor en áreas donde existen remanentes de vegetación nativa o en los sitios donde predominan sus hospedantes nativos en relación a los introducidos (Ovrusky *et al.*, 2003).

La fruticultura en nuestro país muestra una diversidad de explotaciones comerciales que se distribuyen en distintas zonas agroecológicas. Los principales cultivos frutícolas son los cítricos, ocupan 16.000 hás, de las cuales el 85% están en la zona norte (Artigas, Salto, Paysandú, Río Negro), donde también pueden encontrarse cultivos hortícolas de primor. En la zona sur se encuentran cultivos de cítricos y frutales de carozo y pepita que ocupan casi 8.000 hás (Colonia, San José, Canelones, Montevideo, Maldonado) (DIEA-MGAP 2015). En los últimos años la diversificación

en la producción llevó al establecimiento de nuevos cultivos hospedantes de las moscas de las frutas: arándano, otros pequeños frutos, caqui, frutos nativos (guayabo del país y el arazá), además de otros frutales que siempre están presentes en los establecimientos como el níspero, la higuera, etc.

Aunque las distintas especies hospedantes cultivadas fructifican en forma escalonada a lo largo del año, la fruta es un sustrato atractivo para la oviposición y apropiado para el desarrollo de las larvas solo en un lapso próximo a la maduración (Fig. 7). En noviembre comienzan a madurar los primeros frutos de carozo, período que se extiende hasta febrero. En enero comienza la maduración de peras y las primeras variedades de manzanas la que culmina en abril-mayo. La maduración de los cítricos tiene sus inicios hacia fines de verano y se extiende durante el invierno. Solo considerando estos dos grupos de hospedantes (cítricos y frutales de hoja caduca), las moscas de las frutas disponen de un sustrato apropiado para su desarrollo en forma ininterrumpida a través de todo el año. No obstante, las mayores poblaciones de moscas se dan en verano y otoño, coincidiendo con la maduración de los frutos de carozo, pepita y frutos nativos, dejando un remanente de población importante para el período de maduración de los cítricos. Entre los cítricos, los limones han sido considerados resistentes al ataque de las moscas de la fruta por diversos factores presentes en el

albedo y flavedo que inviabilizan el desarrollo de huevos y estados inmaduros que se encuentran en esa zona. Incluso cuando artificialmente se obvia esta barrera, inoculando huevos en el

interior de la pulpa, el desarrollo larval se da muy lentamente y solo el 3% de los individuos alcanzan la etapa adulta (Laborda *et al.*, 1990, Salvatore *et al.*, 2003).

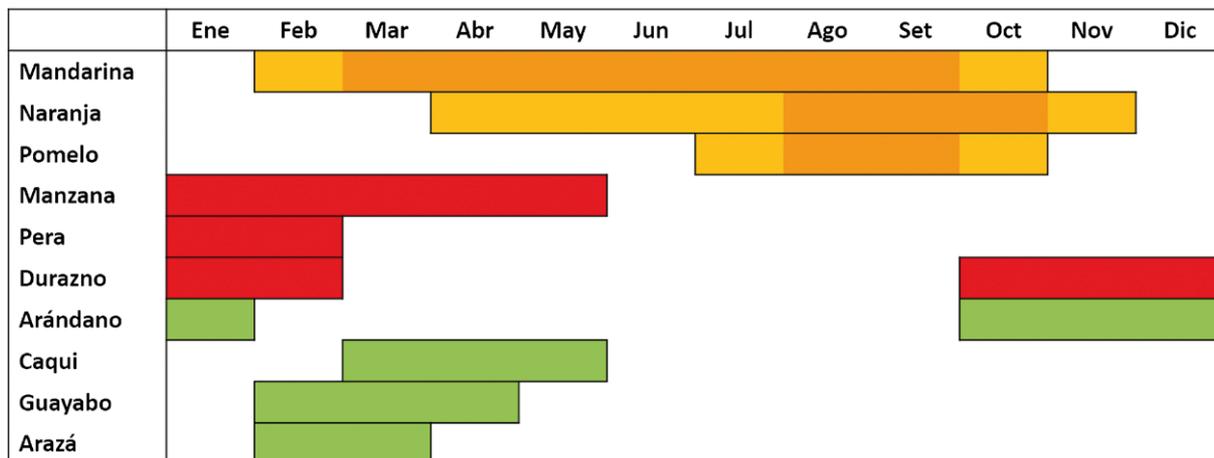


Figura 7. Época de maduración de las distintas especies de frutales en Uruguay, los tonos más oscuros representan los períodos de maduración de los cítricos de exportación

2.2.1. Moscas de la fruta en hospedantes cultivados y silvestres: aportes desde el Laboratorio de la DGSA-MGAP¹

La DGSA a partir del año 2001 inició el Sistema Nacional de Vigilancia de moscas de la fruta que se complementó con los proyectos que se ejecutaron en el marco del Convenio en Sanidad Citrícola (MGAP-INIA-Facultad de Agronomía). Estos tuvieron como objetivo coordinar las actividades relacionadas a moscas de la fruta, de manera de generar información que permitiera mejorar el manejo integrado de estas plagas y dar sustento a todas aquellas medidas tendientes a minimizar o manejar el riesgo en las exportaciones, cualquiera fuera su destino. Con ese objetivo se definieron: el Sistema de Vigilancia, la prospección de hospedantes y el estudio de su fenología, el fortalecimiento de las capacidades de diagnóstico de Tephritidae en diferentes hospedantes, la validación de los hospedantes cítricos de *A. fraterculus*, entre otras actividades.

Los muestreos en cultivos comerciales y hospedantes nativos se realizaron al azar. La prospección en estos últimos se llevó a cabo en montes naturales del norte del país.

El área de Entomología del Laboratorio Biológico de la DGSA tiene entre sus cometidos el análisis de las muestras vegetales o de trampas que llegan como parte de los distintos programas que realiza la institución. Por tanto, las muestras de frutos provenientes de las acciones de vigilancia y del resto de las actividades se recibieron y analizaron en dicho laboratorio.

Los frutos ingresados se colocaban en cajas plásticas con una base de arena y papel absorbente. Los frutos pequeños, menores a 4 cm de diámetro aproximadamente se ponían en grupos por sitio y fecha de colecta y los frutos de mayor tamaño se colocaban en forma individual. La caja contenía una ventilación superior cubierta por una malla de tramado fino para evitar el escape de los insectos y se ubicaban en estanterías con temperatura controlada de 25°C.

¹ Material elaborado por la Lic. MSc Andrea Listre

Tabla 1. Especies vegetales hospedantes de *Ceratitis capitata* y *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae).

Nombre común	Nombre científico	Especie	
		<i>C. capitata</i>	<i>A. fraterculus</i>
Frutos con valor comercial			
Durazno y nectarino	<i>Prunus persica</i> (Rosaceae)	✓	✓
Manzana	<i>Malus domestica</i> (Rosaceae)	✓	-
Naranja Salustiana, W. Navel	<i>Citrus sinensis</i> (Rutaceae)	✓	-
Naranja Valencia	<i>Citrus sinensis</i> (Rutaceae)	✓	✓
Tangor Murcott, Ortanique	<i>Citrus reticulata</i> x <i>C. sinensis</i> (Rutaceae)	✓	✓
Tangor Ellendale	<i>Citrus reticulata</i> x <i>C. sinensis</i> (Rutaceae)	✓	-
Satsuma	<i>Citrus unshiu</i> (Rutaceae)	✓	✓
Pomelo Marsh, Ruby red, StarRuby	<i>Citrus paradisi</i> (Rutaceae)	✓	✓
Frutos nativos o de bajo valor comercial			
Enredadera flor azul	<i>Dolichandra chodatii</i> (Bignoniaceae)	✓	-
Granada	<i>Punica granatum</i> (Lythraceae)	✓	✓
Guayabo del país	<i>Acca sellowiana</i> (Myrtaceae)	✓	✓
Pitanga	<i>Eugenia uniflora</i> (Myrtaceae)	✓	✓
Guayabo blanco	<i>Eugenia uruguayensis</i> (Myrtaceae)	✓	-
Ubajay	<i>Hexachlamis edulis</i> (Myrtaceae)	-	✓
Guayabo colorado	<i>Myrcianthes cisplatensis</i> (Myrtaceae)	-	✓
Arazá	<i>Psidium cattleianum</i> (Myrtaceae)	✓	✓
Guayabo brasileiro	<i>Psidium guajava</i> (Myrtaceae)	✓	✓
Higo	<i>Ficus carica</i> (Moraceae)	✓	-
Maclura	<i>Maclura pomifera</i> (Moraceae)	✓	-
Mora	<i>Morus nigra</i> (Moraceae)	✓	-
Butiá	<i>Butia capitata</i> (Palmae)	✓	-
Yatay	<i>Butia yatay</i> (Palmae)	✓	-
Mburucuyá	<i>Passiflora caerulea</i> (Passifloraceae)	✓	✓
Níspero	<i>Eriobotrya japonica</i> (Rosaceae)	✓	✓
Guinda	<i>Prunus cerasus</i> (Rosaceae)	-	✓
Quebracho flojo	<i>Acanthosyris spinescens</i> (Santalaceae)	✓	-
Mataojo colorado	<i>Pouteria gardieriana</i> (Sapotaceae)	-	✓
Mataojo	<i>Pouteria salicifolia</i> (Sapotaceae)	✓	-
Tabaquillo	<i>Solanum mauritianum</i> (Solanaceae)	✓	✓

Como resultado de las actividades desarrolladas, se analizaron un total de 2.535 muestras recibidas entre 2002 y 2007, provenientes principalmente de los departamentos de Salto y Paysandú. En el 89% de las muestras no se encontraron ataques a los frutos.

Con los especímenes obtenidos se estableció una colección de referencia de Tephritidae, con datos de distribución y se elaboró una lista de especies hospedantes para *C. capitata* y *A. fraterculus*,

donde se detallan tanto las especies y variedades de cultivos frutícolas como de frutos nativos y otras de escaso valor comercial que siempre están presentes en los predios (Tabla 1).

En las muestras analizadas se obtuvieron también otros Diptera y en menor abundancia otros órdenes como Coleoptera y Lepidoptera. Entre los dípteros se encontraron miembros de las Familias Lonchaeidae, Drosophilidae y Anthomyiidae. Un mismo fruto podía contener larvas de más de una

especie. Se observó la presencia de *C. capitata* junto con *A. fraterculus* conviviendo en el mismo fruto.

Otro punto a destacar es que también se obtuvieron especímenes de parasitoides de moscas de la fruta pertenecientes a la familia Braconidae (Hymenoptera).

2.3. Daños e importancia económica

Los daños directos de las moscas de la fruta los causan las larvas al alimentarse y desarrollarse

en el interior de los frutos deteriorándolos hasta un grado inaceptable para el consumo directo o para su uso agroindustrial (Fig. 8). Además el simple hecho de que el fruto tenga el orificio de oviposición, le hace perder valor comercial (Fig. 9). Los orificios y galerías son vías de entrada para microorganismos que llevan a la aparición de pudriciones secundarias, caída prematura, maduración a destiempo, o si la oviposición se da en estados tempranos los frutos no logran alcanzar un desarrollo adecuado y caen al suelo (Bentancourt & Scatoni, 2010).



Figura 8. Daños provocados por larvas de moscas de la fruta en distintos hospedantes

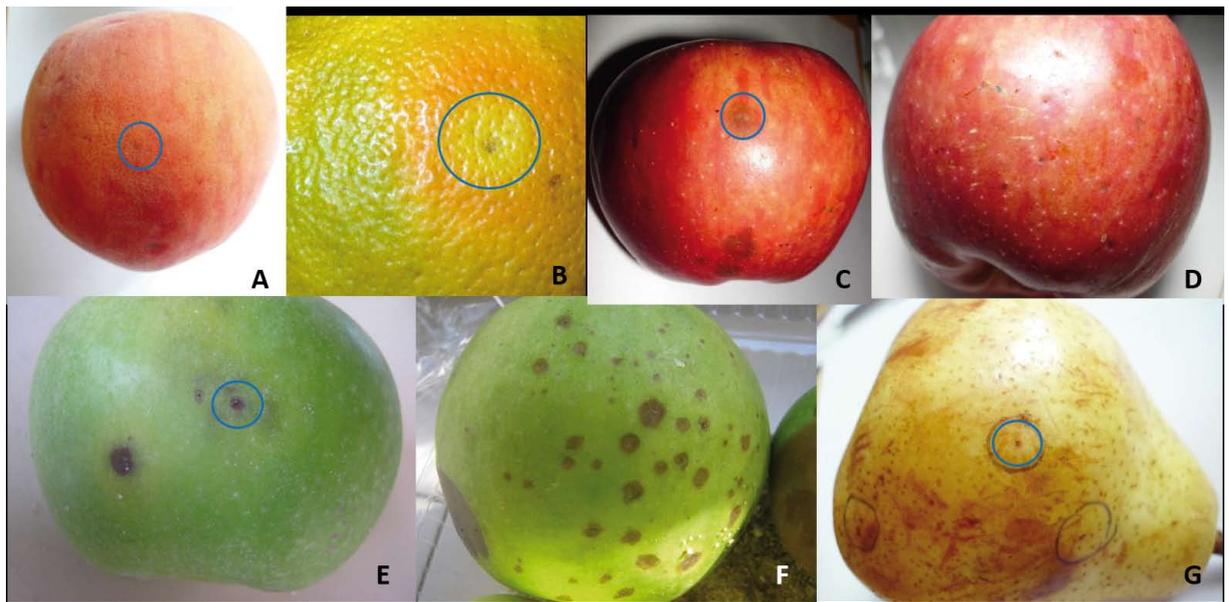


Figura 9. Orificios de oviposición provocados por las moscas de la fruta en cítricos, frutales de carozo y pepita, nótese en D y F la severidad del daño

Sin embargo, la mayor importancia económica de estas especies es su calidad de plagas cuarentenarias² para algunos destinos de exportación, debido principalmente a su gran adaptabilidad a regiones donde las condiciones climáticas son favorables para su establecimiento y desarrollo. *Ceratitis capitata* es cuarentenaria para Estados Unidos y China, en tanto *Anastrepha fraterculus* lo es para los países antes mencionados y también para la Unión Europea. Para poder acceder a dichos mercados son necesarias medidas cuarentenarias muy estrictas tomadas en pre y postcosecha, como por ejemplo los tratamientos por frío en el caso de cítricos y tratamientos químicos con bromuro de metilo para arándanos con destino a Estados Unidos. Lo expuesto conlleva un incremento en los costos de producción, así como la necesidad de implementar tácticas y programas de manejo que demandan un compromiso de particulares y del estado tanto a nivel nacional como regional (Hendrich & Goeden 1996, Cohen *et al.*, 2008, Willink 2008, FAO/IAEA/USDA 2014).

Los requisitos de los países importadores, determinan que se deban emitir Certificados Fitosanitarios basados en el conocimiento de la situación fitosanitaria de un área geográfica en particular, lugar o cuadro de producción donde se originó la fruta y consecuentemente en una correcta identificación de los envíos en función de su lugar de origen. Ello implica la necesidad de un Sistema de Certificación Fitosanitaria que asegure por una parte la trazabilidad de los envíos de exportación, y por otra, que posibilite el conocimiento anticipado de la situación fitosanitaria en el origen (MGAP DGSA 2017a). La Dirección General de Servicios Agrícolas del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca es la encargada de coordinar, ejecutar y supervisar las visitas en los lugares de producción registrados a partir de por lo menos 30 días antes de la cosecha y hasta el final de temporada de exportación, para verificar que los mismos cumplen con los requisitos establecidos en el plan de trabajo y con los reglamentos aplicables para la certificación fitosanitaria. En el caso de las moscas de la fruta es responsable de gestionar el monitoreo y control de estas especies según el destino de exportación, para exportar a los Estados Unidos se debe contar con registros de las detecciones para cada una de las trampas durante al menos un año previo.

Con el objetivo de cumplir con tales requisitos, en Uruguay desde el año 2001 se está ejecutando el Sistema Nacional de Vigilancia de moscas de la fruta en cultivos cítricos del norte y sur del país (MGAP DGSA 2017b), y más recientemente en arándanos, lo que paralelamente ha generado conocimientos sobre su fluctuación de poblaciones e importancia económica en estos hospedantes, (MGAP DGSA 2003).

2.4. Biología

Los adultos frecuentan las plantas con presencia de frutos, es común verlos temprano en la mañana y en las partes más soleadas del árbol, son activos y cuando se posan lo hacen con las alas entre abiertas e inclinadas hacia abajo. Las moscas recién emergidas necesitan alimentarse de sustancias proteicas y azucaradas para madurar sexualmente. En la naturaleza se alimentan de excrementos de pájaros, jugos azucarados que obtienen de las plantas, de frutos dañados o de la mielecilla producida por hemípteros. Varias estrategias de control y herramientas de monitoreo se basan en esta necesidad de los adultos de alimentarse previo a la reproducción. La calidad de los alimentos influye sobre la fertilidad de las hembras y la longevidad de los adultos. Las hembras requieren de una a tres semanas después de la emergencia para iniciar la puesta. Por medio de su ovipositor perfora la cutícula del fruto y realiza una pequeña cavidad, donde aloja de dos a diez huevos. Sobre un mismo fruto las hembras pueden efectuar repetidas puestas si el tamaño lo permite (Fig. 9); una hembra puede durante su vida producir de 100 a 500 huevos lo que varía según la especie. La eclosión tarda de dos a siete días dependiendo de la temperatura; y una vez que las larvas emergen penetran en la pulpa hasta alcanzar las zonas internas. Por lo general habitan de 8 a 12 larvas por fruto, aunque el número es muy variable y está regulado por el tamaño del fruto. Las larvas pasan por tres estadios, las de *A. fraterculus* son ligeramente más grandes que las de *C. capitata*. Las larvas de último estadio dejan el fruto en el que vivieron, que con frecuencia ya ha caído, y pupan en el suelo enterradas a escasos centímetros de la superficie. Los adultos aparecen entre dos y cinco semanas más tarde y su longevidad es de uno a varios meses (Fig. 10). Con temperatura favorable el ciclo de vida

² Plaga de importancia económica potencial para el área en peligro aun cuando la plaga no esté presente o, si está presente, no está ampliamente distribuida y se encuentra bajo control oficial (FAO, 2018)

se cumple en menos de un mes para *C. capitata* y algo más para *A. fraterculus* (Salles 2000). En nuestro país los adultos vuelan durante todo el año, especialmente en los Departamentos de

Salto y Paysandú, aunque su abundancia es menor en invierno. La presencia escalonada de diferentes frutos, tanto cultivados como silvestres, asegura un continuo desarrollo de las moscas.

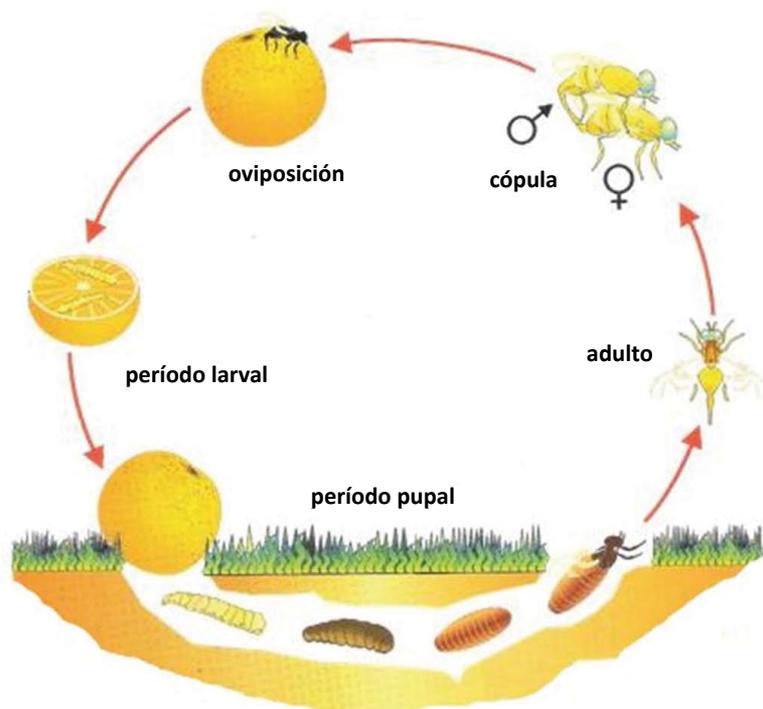


Figura 10. Ciclo biológico de las moscas de la fruta (Tomado de García Cancino 2012).

2.5. Monitoreo de poblaciones

El control racional y eficiente de las moscas de la fruta tiene como requisito previo el conocimiento de los momentos oportunos para aplicar las medidas de control. El monitoreo de poblaciones permite la determinación de la fluctuación y abundancia de la plaga en una cierta área, información básica para el Manejo Integrado de Plagas. Es imprescindible también para la determinación del estatus de una especie en un área, área libre³ o de baja prevalencia⁴, así como para la detección de especies exóticas o cuarentenarias. La eficiencia del monitoreo de los adultos de estas especies está en función de la calidad del atrayente (alimenticio o sexual), del tipo de trampa utilizado y de su manejo (Hendrichs *et al.*, 1991).

Para la captura de distintas especies de moscas de la fruta, la trampa más utilizada es la McPhail, antiguamente de vidrio, actualmente de plástico amarillo en su base y transparente en la parte superior, cebada con un atrayente alimenticio (Ross & Castillo 1994) (Fig. 11B y C). El atrayente alimenticio más utilizado es la proteína hidrolizada, estabilizada con bórax para evitar la descomposición (Raga & Vieira 2015). Si bien captura moscas de ambos sexos, las hembras son las que predominan. La eficiencia de estas trampas es relativamente baja y su radio de acción no supera los 10 m (Martínez & Godoy 1987, Nacimiento *et al.*, 2000). El cebo utilizado no es específico, atrae varias especies de insectos, mayoritariamente dípteros, lo que hace difícil su manejo.

³ Área en la cual una plaga específica está ausente, tal y como se ha demostrado con evidencia científica y en la cual, cuando sea apropiado, dicha condición se esté manteniendo oficialmente (FAO 2018)

⁴ Área identificada por las autoridades competentes, que puede abarcar la totalidad de un país, parte de un país o la totalidad o partes de varios países, en la cual una plaga específica está presente a niveles bajos y está sujeta a medidas eficaces de vigilancia o control (FAO 2018)



Figura 11. Trampas utilizadas para la captura de moscas de la fruta, A trampa Jackson, B trampa McPhail, C capturas de dípteros en trampa McPhail

Para la captura específica de la mosca del Mediterráneo se utiliza la trampa Jackson, una trampa delta de color blanco, confeccionada con cartón parafinado y con pegamento en la base (Fig. 11A). En este caso el atrayente es sexual, una paraferomona conocida como trimedlure que se impregna en un septo de goma y captura solo machos.

Las trampas deben instalarse en los sitios donde se encuentran los hospedantes de las moscas de la fruta o muy próximo a ellos. En el árbol, se sugiere colocar las trampas del lado de la salida del sol y a una altura superior a 1,5 m del suelo, tratando de que queden a la sombra y buscando que las moscas tengan fácil acceso a ellas. El número de trampas a colocar en un área es variable y depende del objetivo para el cual se utiliza, monitoreo, delimitación de un área o detección. En general una trampa por hectárea es suficiente para monitorear predios pequeños, pero esta densidad puede variar en establecimientos de mayor tamaño o teniendo en cuenta la presencia de hospedantes silvestres en las cercanías. La densidad puede ser menor si se están monitoreando áreas libres, sin hospedantes o especies exóticas (puertos, aeropuertos, depósitos) (FAO/IAEA 2005, 2018).

Para que la información suministrada por las trampas sea confiable, estas deben ser mantenidas y recabadas de acuerdo a las recomendaciones de los proveedores, los cebos alimenticios generalmente se reponen semanalmente y el trimedlure cada 4 o 6 semanas. En el momento

del recabado, los atrayentes retirados no conviene dejarlos fuera de la trampa, en el suelo o en la planta, sino que deben ser desechados fuera del área de producción para evitar que las moscas se desorienten y no ingresen a la trampa.

En caso de dudas sobre la identidad de los especímenes capturados en una trampa McPhail el material colectado debe ser lavado con abundante agua y transferido luego a alcohol 70% para su posterior identificación.

Los datos de captura se transforman a mosca/trampa/día (MTD). Cada país, región o situación productiva tiene la potestad de fijar umbrales de MTD a partir de los cuales adoptar medidas de control. Por ejemplo, para las exportaciones a Estados Unidos, si el MTD para *C. capitata* o *A. fraterculus* es mayor de 1.0 deben tomarse medidas de control para reducir las poblaciones, pero si es mayor a 2.0 la cosecha de cítricos para exportación a este destino será suspendida hasta que los umbrales desciendan.

2.5.1. Sistema Nacional de Vigilancia Fitosanitaria⁵

La Dirección General de Servicios Agrícolas (DGSA) como Organización Nacional de Protección Fitosanitaria es la responsable del Sistema Nacional de Vigilancia Fitosanitaria de nuestro país. En este marco, lleva adelante la **vigilancia específica** permanente de las plagas de los cultivos que son de importancia cuarentenaria para los países importadores de fruta. Estas

⁵ Material elaborado por la Ing. Agr. Elina Zefferino

prospecciones se realizan al 100% de las plantas, en todos los lugares de producción registrados para la exportación. Esta Institución cuenta con funcionarios capacitados para la tarea y a su vez entrena al personal de las empresas que realiza las inspecciones precosecha y cosecha, que son posteriormente auditados por los inspectores oficiales. También se realizan prospecciones en cultivos cuyo destino de la fruta es el mercado doméstico. Todas las plagas encontradas, durante las prospecciones e inspecciones que no son identificables o poseen síntomas confusos, son enviadas al laboratorio de la DGSA o laboratorios referentes, para su diagnóstico.

A partir del año 2001, la DGSA implementó el Sistema Nacional de Vigilancia de moscas de la fruta. El objetivo de este es contar con una red oficial de monitoreo que permita disponer en forma permanente de datos confiables sobre las especies de moscas de la fruta presentes en el país, sus hospedantes y las características poblacionales de las plagas. Este sistema cuenta con dos actividades que son trapeo y muestreo de frutos, siendo el trapeo la actividad principal.

A continuación, se describe el protocolo de monitoreo mediante trampas para las moscas de la fruta de consideración cuarentenaria para los mercados de exportación de cítricos, según el programa oficial de la DGSA (MGAP DGSA 2017c). Las características del monitoreo podrán variar según los requisitos específicos establecidos en los protocolos y/o programas de trabajo suscritos por la DGSA con las organizaciones nacionales de protección fitosanitaria de los países de destino.

Las características del trapeo son:

- *Tipos de trampas y atrayentes*: las trampas que se utilizan son Jackson con atrayente trimedlure, para captura de *Ceratitidis capitata* y trampas McPhail con atrayente proteína hidrolizada, para captura de *Anastrepha fraterculus*.
- *Densidad de trampas*: Trampas Jackson: 1 trampa por cada Km² y Trampas McPhail: 1 trampa por cada Km² separadas entre sí a por lo menos 16 m.
- *Frecuencia de inspecciones de trampas*: varía entre 7 a 15 días, dependiendo de los niveles poblacionales de la plaga.
- *Sitios de trapeo*: la selección del sitio donde

se colocan las trampas depende en primer lugar de la disponibilidad de hospedantes. Dentro de ellos se eligen los más atractivos en el rango de preferencias de la lista de hospedantes, teniéndose en cuenta además el estado de madurez de la fruta y la mayor cantidad de fruta por árbol. Si hay que elegir entre varios sitios se da preferencia a aquellos que cuenten con varios hospedantes.

- *Identificación de trampas*: las trampas son identificadas con un número y un sistema de códigos que permiten conocer la ubicación geográfica y el tipo de trampa.
- *Programación de rotación de trampas*: la rotación de las trampas dentro de un lugar de producción se programa de acuerdo con la maduración de las especies presentes en el mismo.
- *Nº de baterías colocadas por año*: Actualmente se tienen 164 baterías de trampas instaladas en las plantaciones del norte del país y 36 en el área sur. Una batería está conformada por una trampa Jackson y una trampa McPhail.
- *Índice de medición de poblaciones*: se utiliza el índice conocido como MTD (mosca/trampa/día), el que se obtiene de la siguiente manera:

$$\text{MTD} = \frac{\text{Número de moscas capturadas}}{\text{Núm. de trampas instaladas} \times \text{Núm. de días de exposición de las trampas}}$$

El muestreo de frutos comenzó en el año 2004, es complementario y se realiza dirigido a frutos susceptibles. Ha permitido detectar, ubicar geográficamente y monitorear las poblaciones de estados inmaduros, confirmando los hospedantes de cada especie de moscas de la fruta y su importancia. A diciembre de 2018, se muestrearon un total de 28.231 kg (187.851 frutos) correspondientes a 47 especies y variedades de cítricos; como resultado emergieron 7774 *C. capitata*, de 34 variedades y 90 *A. fraterculus* de siete variedades. De las siete variedades de las cuales emergieron *A. fraterculus*, tres corresponden a variedades de pomelo.

2.6. Fluctuación de poblaciones⁶

La fluctuación de las poblaciones de las moscas de la fruta en la región fue estudiada por García y Corseuil (1998) y Segura *et al.*, (2004). En Uruguay los antecedentes sobre este tema surgen del

⁶ Material elaborado por la Ing. Agr. Elina Zefferino

Sistema Nacional de Vigilancia Fitosanitaria, cuya información ha sido de utilidad para:

- Conocer la fluctuación poblacional de las moscas de la fruta presentes en el país y su relación con las condiciones climáticas y la fenología de las diferentes especies y variedades cítricas.
- Ayudar a la toma de decisiones en el manejo de las plagas.
- Evaluar las variedades de exportación de mayor riesgo de ser dañadas.
- Generar información actualizada e histórica de apoyo para las negociaciones de comercialización de la producción a nivel internacional.
- Detectar oportunamente la presencia en el país de especies cuarentenarias ausentes.

La fluctuación poblacional de *C. capitata* y *A. fraterculus* desde 2001 hasta 2018 en Salto y Paysandú se muestran en la figura 12. En primer lugar se destaca la diferencia en la abundancia de las dos especies y en el caso de *C. capitata*, con mayor MTD, se observa más

claramente el efecto del clima, en donde en el invierno (junio-agosto) baja la población a niveles insignificantes. En la figura 13 se muestra la fluctuación poblacional en los últimos dos años y su relación con la cosecha de las diferentes especies y variedades de cítricos. La exportación se inicia con mandarinas desde fines de febrero a marzo, pero los volúmenes más altos de exportaciones de limones, de la mayoría de las variedades de naranjas, varias de las mandarinas y pomelos tienen lugar en el período comprendido entre junio y setiembre, cuando las poblaciones de moscas bajan y por lo tanto no coinciden con los picos poblacionales alcanzados a lo largo de estos años. La excepción es la cosecha de naranja Valencia que se puede hacer desde julio a diciembre, siendo hacia el final de ese período donde se registran las primeras capturas. Enero y febrero son dos meses en donde muy poco o nada es cosechado o exportado. La cosecha y embarque cuando las poblaciones son bajas minimiza el riesgo de introducción de estas moscas a los países importadores.

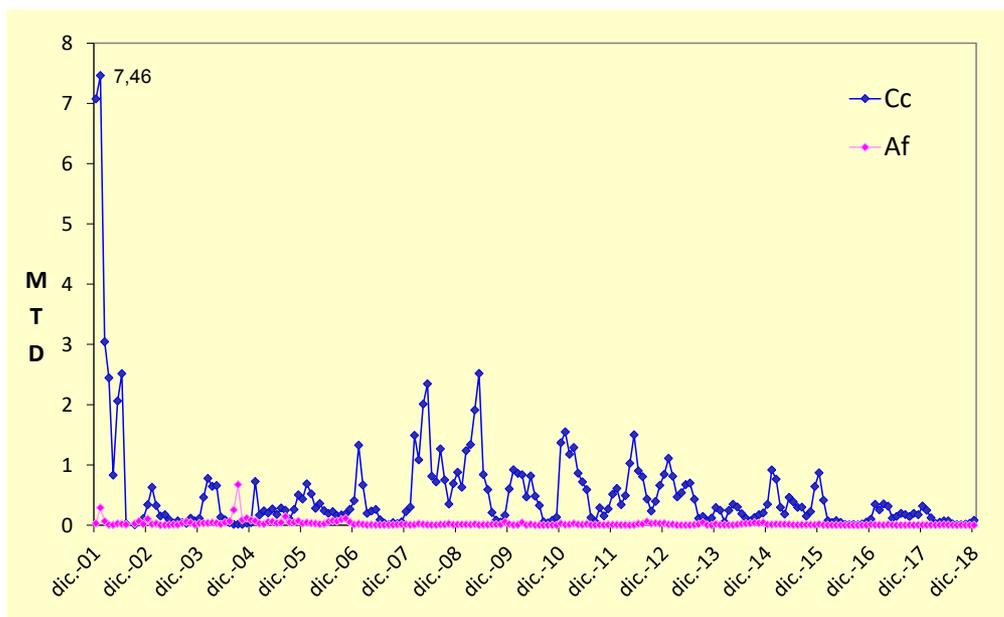


Figura 12. MTD promedio de *Ceratitis capitata* (Cc) y *Anastrepha fraterculus* (Af) desde 2001 a 2018 en el área cítrica del norte de Uruguay.

La fluctuación poblacional de *C. capitata* y *A. fraterculus* desde 2001 hasta 2018 en la zona citrícola del sur del país, se presenta en la figura 14. En esta

zona la maduración de las diferentes especies y variedades de cítricos ocurre aproximadamente un mes después que en Salto y Paysandú.

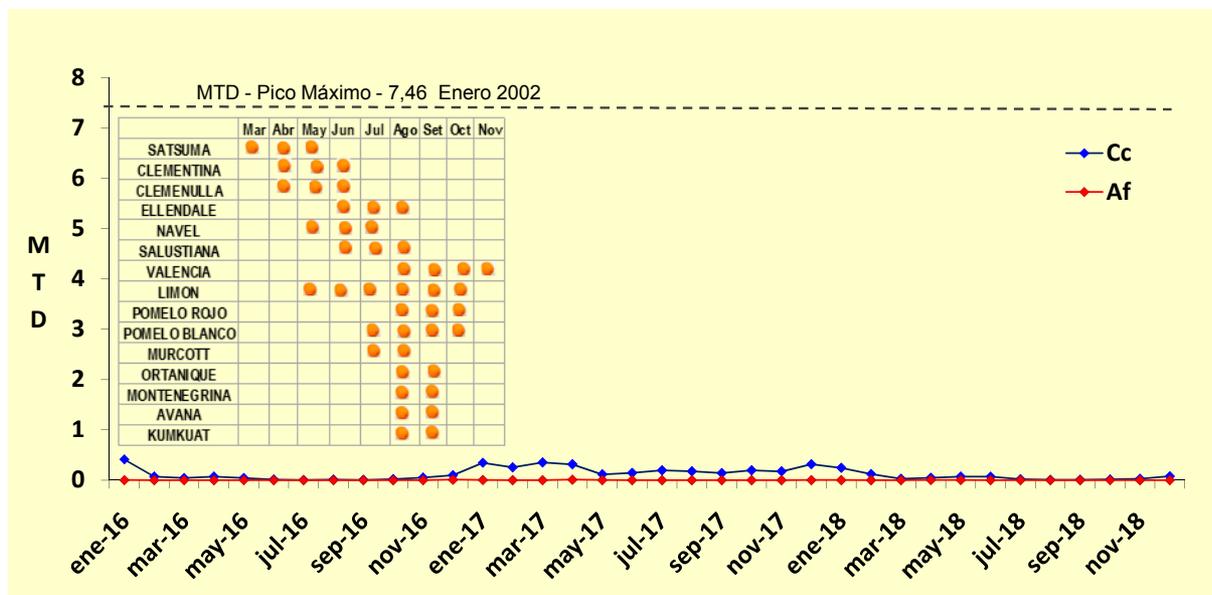


Figura 13. MTD promedio de *Ceratitis capitata* (Cc) y *Anastrepha fraterculus* (Af) en los últimos dos años (2016-2018) en el área citrícola del norte de Uruguay. En el gráfico se indica también el período de cosecha de las diferentes especies y variedades de cítricos.

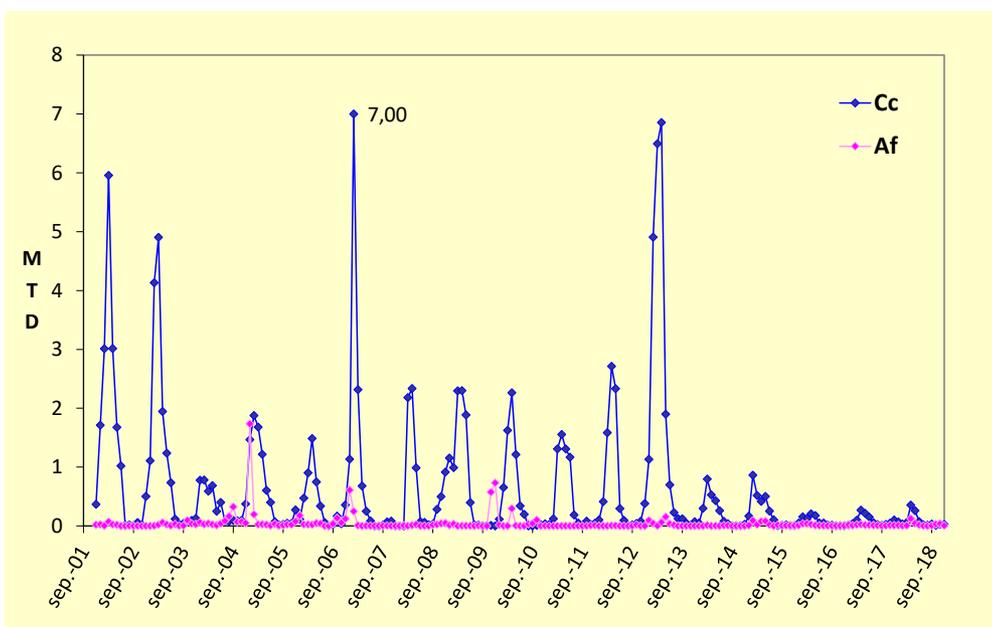


Figura 14. MTD promedio de *Ceratitis capitata* (Cc) y *Anastrepha fraterculus* (Af) desde 2001 a 2018 en el área citrícola del sur de Uruguay.

2.7. Estrategias de control

Las condiciones climáticas favorables, la diversidad de especies y variedades de frutales hospedantes cultivados y silvestres, y los predios de tamaños medios a pequeños han dado lugar a un gran reservorio de población de moscas de la fruta dentro y fuera de las áreas de cultivo. Los productores a menudo no tienen conocimiento de los cultivos que crecen en los alrededores, donde las plantas hospedantes se transforman en el recurso ideal para el desarrollo y la reproducción de las moscas de la fruta.

La estrategia de control ha sido la supresión de las poblaciones utilizando diferentes tácticas, entre ellas el control químico. La aplicación calendario de insecticidas ha sido la práctica más popular para el manejo de las moscas de la fruta. Sin embargo, el uso intensivo de insecticidas reduce las poblaciones de enemigos naturales y, en algunos casos, promueve el surgimiento de plagas secundarias. Además, muchos de los insecticidas no están registrados para su aplicación en cultivos menores. En muchas partes del mundo, el uso de pesticidas no registrados y el uso excesivo de plaguicidas registrados han renovado las preocupaciones sobre la seguridad alimentaria y la contaminación ambiental. Como una alternativa a las prácticas actuales, debido a la complejidad de los agroecosistemas y al número de plagas que pueden ocurrir en un cultivo determinado, se han propuesto enfoques de control de plagas en grandes áreas (AWPM) para la supresión de la mosca de la fruta. El

programa de manejo aplicado con éxito en diversas regiones del mundo, abarca a todos los productores, desde los que cultivan frutales en el fondo de la casa hasta los grandes productores comerciales que cohabitan en una misma zona.

El programa sugerido por Vargas *et al.*, (2007) se basa en la combinación de estrategias de manejo de plagas que reducirían a toda la población en las áreas de cultivo donde ocurrieron daños económicos. Además, los enfoques de sistemas que usan metodologías de MIP pueden ser una de las mejores estrategias para reducir los costos ambientales por el uso continuado de plaguicidas. El resultado son frutas de mejor calidad para el consumo local y posibles mercados de exportación, disminuyendo la vulnerabilidad por restricciones cuarentenarias y de residuos de plaguicidas.

En 1999, el Servicio de Investigación Agrícola de los Estados Unidos (ARS) inició el programa "Hawaii Fruit Fly AWPM" para suprimir las moscas de la fruta por debajo de los umbrales económicos y al mismo tiempo reducir el uso de insecticidas organofosforados (Vargas *et al.*, 2003b).

Estos programas se basan en la bioecología de los insectos e incluyen el desarrollo e integración de tácticas de manejo de plagas económicamente viables, respetuosas con el medio ambiente y sostenibles, tales como el saneamiento, la aplicación de cebos tóxicos, el trapeo masivo, las liberaciones de insectos estériles y la conservación o liberación de parasitoides (Fig 15).



Figura 15. Componentes del programa de manejo Integrado de las moscas de la fruta en áreas extensas (Tomado de Vargas *et al.*, 2007).

El saneamiento es una técnica que impide que las larvas de las moscas de la fruta completen su desarrollo "o" secuestra a las moscas adultas jóvenes y emergentes para que no puedan regresar al cultivo para reproducirse. En el pasado se suponía que la rotura de las frutas o el rotor de laboreo del suelo matarían a la mayoría de las larvas de las moscas de la fruta. Sin embargo, las pruebas preliminares demostraron que solo una pequeña proporción de las moscas se destruyeron de esta manera. Moler la fruta en pulpa fina, macerando así las larvas, es el método más seguro de destruir la fruta infestada, pero puede no ser el más rentable para las pequeñas plantaciones (Vargas *et al.*, 2008). Entre los métodos más prácticos recomendados se encuentran recoger periódicamente los frutos infestados, embolsarlos o enterrarlos profundamente o disponer las frutas en el agua para ahogar a las larvas. No solo alcanza con retirar del cultivo la fruta infestada sino también la fruta madura que por diversas razones no adquiere valor comercial y que puede convertirse en un recurso para el incremento de las poblaciones poscosecha que colonizarán nuevos cultivos.

Los insecticidas organofosforados se han utilizado sin éxito por más de 50 años intentando controlar huevos y larvas en el interior de los frutos. El único estado de desarrollo expuesto y objeto de control es el adulto. Las pulverizaciones de plaguicidas en el cultivo, en cobertura, también resultaron ineficaces. Una técnica efectiva consiste en combinar un cebo alimenticio con un insecticida y aplicarlo a la vegetación donde se posan las moscas dado que las hembras necesitan proteínas para completar el desarrollo de los ovarios y la producción de huevos. Desde su descubrimiento, las moscas adultas han sido controladas utilizando aplicaciones de cebos a base de proteína con un tóxico. La estrategia de pulverización de cebo reduce drásticamente la cantidad de insecticida necesaria para el control. Desde finales de la década de 1950, el tóxico más comúnmente utilizado en las pulverizaciones de cebo ha sido el insecticida organofosforado malatión y el cebo de proteína más popular Nu-Lure⁷. Sin embargo, los insecticidas organofosforados han sido restringidos por los efectos negativos sobre los enemigos naturales y la salud humana, por lo que han sido sustituidos por otros de menor riesgo, como el spinosad (Vargas *et al.*, 2008).

El spinosad tiene una toxicidad extremadamente baja para los vertebrados y el medio ambiente, con un riesgo reducido para los seres humanos y la vida silvestre en comparación con los insecticidas tradicionales y es eficaz en dosis mucho más bajas. Su baja toxicidad hacia los insectos beneficiosos le permite ser incorporado en muchos programas de manejo de plagas que dependen en gran medida de los depredadores y parasitoides. Como la atracción de las gotas de cebo es de corta duración, estos deben aplicarse a intervalos cortos u otros ingredientes deben ser agregados a los cebos para extender el período atractivo. Las aplicaciones de cebos tóxicos en franjas sobre los frutales, a gota gruesa de 4 a 6 mm de diámetro en la mañana temprano del lado del sol, deben repetirse a intervalos regulares mientras permanezca fruta madura en el monte. Probablemente 7 días sea el intervalo de pulverización más corto económicamente viable para los fruticultores.

El trampeo masivo consiste en capturar el mayor número posible de adultos, principalmente hembras jóvenes, para evitar la oviposición en los frutos, para ello se coloca una densa red de trampas en el cultivo, cebadas con un atrayente alimenticio y eventualmente con algún agente tóxico. La inclusión del cebo dentro de una trampa no solo brinda protección contra el clima sino que también hace que el dispositivo sea visible, recuperable y reutilizable con una contaminación ambiental limitada (Navarro-Llopis *et al.*, 2008). Muchas pruebas han indicado que el trampeo masivo es amigable con el ambiente, no deja residuos sobre la fruta, es rentable y tiene un excelente potencial para la supresión de diversas moscas de la fruta en toda una zona (Dominiak *et al.*, 2006, Villalobos *et al.*, 2017). No obstante, los cebos no son específicos, por tanto las trampas capturan también una gran cantidad de insectos que habitan en el agroecosistema frutícola y que no son objeto de control (Falcó-Garí *et al.*, 2006, 2010, Figueroa *et al.*, 2018). En Uruguay, Buenahora y Otero (2012, 2013, 2014) y Otero y Buenahora (2014) han evaluado las diferentes alternativas de trampeo masivo disponibles en Uruguay. Los resultados han sido muy promisorios, disminuyendo los daños provocados por las moscas de la fruta en cítricos de Salto y Paysandú. Muchos productores han adoptado esta táctica de control con éxito.

⁷ Proteína de maíz hidrolizada y borizada para el uso como cebo en el monitoreo, la captura y el control de las distintas especies de moscas de la fruta de la familia Tephritidae

La técnica del insecto estéril (TIE) se basa en liberaciones inundativas de insectos estériles en áreas extensas para reducir la fertilidad de una población de la misma especie en el campo (FAO/IPPC 2016). Se han realizado grandes esfuerzos de investigación para reunir los conocimientos básicos necesarios para poder ajustar esta técnica en diferentes condiciones ecológicas. Además del control de la plaga, los beneficios de la TIE se derivan principalmente de la reducción en el uso de plaguicidas, lo que minimiza los costos ambientales y de salud. Además, la TIE es una estrategia amigable para usar en el Manejo de Plagas en áreas extensas, ya que puede aplicarse desde zonas urbanas como arbolado público y los fondos de las casas donde se cultivan frutales hasta los grandes productores comerciales que cohabitan en una misma zona (FAO/IAEA 2005, Dias & García 2014).

El empleo del **control biológico** contra especies de tefrítidos plaga de la fruticultura tuvo un notable resurgimiento a nivel mundial en los últimos 30 años. Dentro de los organismos que actúan como controladores biológicos, se encuentran virus, bacterias, hongos, nematodos, predadores y parasitoides, siendo estos últimos los más efectivos. Recientemente, numerosos programas de control de tefrítidos de importancia económica incorporaron las liberaciones masivas de himenópteros parasitoides como alternativa válida de control en toda América. Las facilidades para la cría masiva de varias especies de himenópteros parasitoides, el rechazo a nivel mundial por el uso de agroquímicos en cultivos frutícolas debido a los efectos negativos al ambiente y a la salud humana, y la tendencia a la conservación de la biodiversidad en los agroecosistemas están relacionados con el creciente interés por el control biológico de tefrítidos plaga (Ovruski *et al.*, 2000, 2003, 2004, Porras & Lecuona 2008). Si bien el principal objetivo en un esquema de áreas extensas es la conservación de la fauna benéfica, las introducciones y liberaciones de especies exóticas han tenido éxito en su establecimiento en

algunos países. Entre las especies de parasitoides utilizadas en liberaciones aumentativas para tefrítidos plaga, figuran *Diachasmimorpha tryoni* y *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae), la primera es originaria de Australia y la segunda del sudeste asiático. Ambas especies se establecieron exitosamente en Hawaii, Costa Rica, Guatemala, México, EE.UU, El Salvador y Brasil (Ovruski *et al.*, 2003). *D. longicaudata* y *D. tryoni* son criados masivamente en México, Guatemala, Costa Rica, Perú y Brasil. En Hawaii, las introducciones de *Fopius arisanus* dieron como resultado una reducción del 95% en la población de la mosca oriental de la fruta, a partir de 1947, pero además este parasitoide se convirtió en el principal controlador de la mosca del Mediterráneo en estas islas (Vargas *et al.*, 2001). Ovruski y Schliserman (2012) publicaron una lista de parasitoides neotropicales asociados con *Anastrepha fraterculus* y *Ceratitis capitata* en Argentina. Entre ellos se encuentran los Braconidae: *Asobara anastrephae*, *Doryctobracon areolatus*, *D. brasiliensis*, *D. crawfordi*, *Opius bellus*, *Utetes anastrephae*, los Fitigitidae: *Aganaspis pelleranoi*, *Dicerataspis grenadensis*, *Lopheucoila anastrephae*, *Rhoptromeris haywardi*, *Odontosema anastrephae* y los Diapridae: *Coptera haywardi* y *Tricopria anastrephae*. La mayoría de estas especies también han sido reportadas para Brasil por Guimaraes *et al.*, (2000) y García y Corseuil (2004b), siendo las especies de *Doryctobracon*, *Opius*, *Utetes*, *Aganaspis* y *Odontosema* las presentes en los Estados más sur de Brasil. Para Uruguay no hay antecedentes bibliográficos que reporten enemigos naturales para las moscas de la fruta presentes en el país.

Entre los hongos que actúan como entomopatógenos se encuentra *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana* controlando prepupas y pupas de diversas moscas de la fruta en el suelo, las humedades moderadas del suelo favorecen la proliferación de estos hongos (Ekesi *et al.*, 2003, 2005, Quesada-Moraga *et al.*, 2006, Almeida *et al.*, 2007).

3. BASES PARA EL MANEJO INTEGRADO DE LAS MOSCAS DE LA FRUTA (DIPTERA: TEPHRITIDAE) EN LA ZONA NORTE Y SUR DEL PAÍS

3.1. La investigación nacional en los últimos cinco años y sus objetivos

Bajo esta temática se ejecutaron dos proyectos de investigación en el período 2013-2018, el primero financiado por el fondo María Viñas de la ANII y el segundo financiado por el Fondo de Promoción y Tecnología Agropecuaria de INIA. El objetivo general de estos proyectos fue contribuir a mejorar el manejo de las moscas de la fruta en sus diversos hospedantes a los efectos de disminuir los daños y su vulnerabilidad comercial.

Para implementar programas para el manejo y/o control racional de las citadas plagas se requiere en primer lugar la correcta identificación taxonómica de los especímenes detectados. A su vez se debe contar con información nacional sobre las características biológicas y ecológicas de cada una de las especies, como por ejemplo, su distribución, hospedantes, fluctuación poblacional (Aluja y Mangan, 2008). Esta información permite determinar la fase o fases del insecto más vulnerables, los efectos de los factores bióticos y abióticos sobre las poblaciones; aspectos que pueden ser utilizados en el establecimiento de métodos o técnicas de control.

Los objetivos específicos que se propusieron fueron:

- > Determinar las especies de moscas de la fruta que predominan en los diferentes hospedantes cultivados y silvestres en las zonas norte y sur del país, así como sus enemigos naturales.
- > Establecer la fluctuación poblacional de *C. capitata* y *A. fraterculus* para las diferentes zonas frutícolas y relacionarla con sus diferentes hospedantes y condiciones climáticas.
- > Relacionar los niveles de captura de adultos en trampas y porcentaje de daño en frutos según diferentes hospedantes, a través de modelos descriptivos y un sistema de información geográfico (SIG).
- > Evaluar la atracción de diferentes cebos para hembras en etapas pre-reproductivas de ambas especies, así como su impacto sobre organismos benéficos.

3.2. Estrategia de investigación y metodología

El trabajo se realizó en establecimientos frutícolas de las zonas norte y sur de país con plantaciones de cítricos, de frutales de hoja caduca y combinaciones de éstos con frutales nativos. En cada zona se seleccionaron diferentes cuadros donde se llevó adelante el relevamiento de adultos en trampas y larvas en frutos. Se seleccionaron variedades de manzanos, de durazneros o de cítricos, según la zona, que maduraran en diferentes momentos.

Para determinar la presencia y abundancia de las diferentes especies en estado adulto se colocaron en los cuadros trampas de paraferomona (Jackson) y alimentación (McPhail), las que se revisaron quincenalmente. Paralelamente, se recogieron frutos maduros de la planta o del suelo para determinar la presencia de moscas, las especies presentes y cuantificar la abundancia de larvas (niveles de daño) y la presencia y abundancia de parasitoides. Las variables climáticas (temperaturas y precipitaciones) se tomaron de las Estaciones Meteorológicas ubicadas en las Estaciones Experimentales de INIA en Las Brujas y Salto Grande. La combinación de rubros productivos en cada establecimiento, junto con las capturas acumuladas y los niveles de daño de los frutos fueron integrados en un SIG.

3.2.1. Prospección de hospedantes y parasitoides

En el norte y sur del país se realizaron colectas de frutos maduros en hospedantes silvestres y cultivados, tanto de la planta como del suelo debajo de la copa. Las colectas fueron realizadas tanto en predios comerciales como en áreas no comerciales. Los frutos fueron contabilizados, pesados y acondicionados individualmente en potes con arena (Fig. 16A y B). Cada recipiente fue rotulado con la fecha de muestreo, localidad, especie vegetal, cultivar, origen del fruto (árbol/suelo) y número de fruto. Los frutos fueron mantenidos en laboratorio en condiciones de temperatura, humedad y fotoperíodo controlados ($25\pm 5^\circ\text{C}$, $70\pm 10\%$ y 12 h de luz). La arena de cada recipiente fue tamizada semanalmente para la colecta de pupas, éstas fueron contabilizadas y trasladadas a placas Petri hasta la emergencia de adultos o parasitoides (Fig. 16C y D). Los adultos emergidos fueron preservados en alcohol 70% y mantenidos en frascos etiquetados, para su

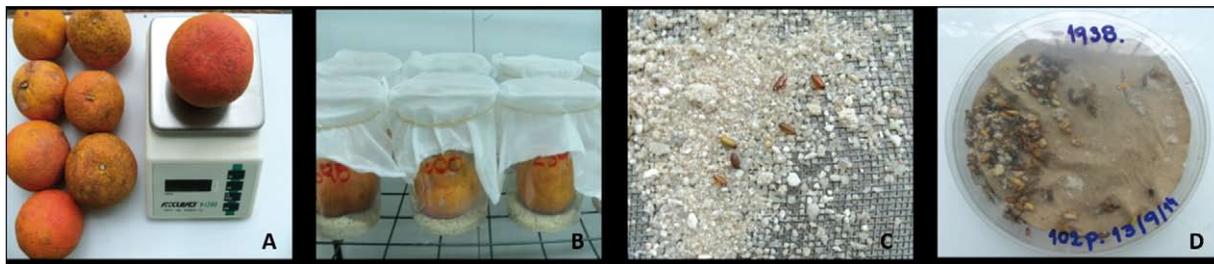


Figura 16. A Pesado de frutos en laboratorio, B Frutos acondicionados individualmente en potes de plástico con arena y voile, C Arena tamizada para extracción de pupas, D Placa de Petri con pupas y adultos de tefrítidos.

posterior identificación (Uchôa & Zucchi, 1999; Gattelli et al, 2008). Las especies de moscas presentes en la fruta y la proporción de sexos, en cada especie vegetal y variedad fueron registradas. Para la identificación del material colectado se utilizaron las claves taxonómicas de Steyskal (1977), Zucchi (2000) y la clave interactiva Intkey for Windows, Version 5.11 (Dallwitz et al., 1993).

El índice de infestación se calculó como promedio de puparios por peso total (kg), y número de frutos colectados según Araújo y Zucchi (2003). Los valores que puede tomar el índice son muy variables y dependen fundamentalmente del hospedante, estado madurez del fruto, época, localidad, disponibilidad de alimento, entre otros. Este índice nos puede dar una idea de la importancia relativa de la especie vegetal o variedad estudiada como hospedante de moscas de las frutas (Malvasi & Morgante, 1981).

Cuando de los frutos emergieron parasitoides, estos fueron también preservados en alcohol 70% para su identificación posterior, registrándose la especie vegetal de donde emergieron y la especie de tefrítido. Estos fueron identificados siguiendo la clave de Canal y Zucchi (2000).

3.2.2. Colecta de adultos en trampas

En Canelones, San José, Montevideo, Salto y Paysandú se escogieron establecimientos, teniendo en cuenta la diversidad de hospedantes cultivados y nativos presentes, así como el manejo realizado para el control de plagas. En cada predio se colocaron y georeferenciaron trampas Jackson y McPhail (Fig. 11). Las trampas se ubicaron en montes de manzanos, perales, membrilleros, durazneros, naranjos, mandarinos, pomelos y guayabos. En todos los casos el número de trampas a colocar fue determinado en

base al tamaño y forma del cuadro, respetando la distancia mínima de 50 m entre trampas para evitar interferencias (Fig. 17). Las trampas Jackson fueron cebadas con Trimedlure (ácido terc-butyl-4 (o5)- cloro-2-metil-ciclohexanocarboxílico), que es específico para la captura de machos de *C. capitata*. Las trampas McPhail se cebaron con 4 pellets de levadura + bórax PBX® y 250 ml de agua (Papadopoulos, 2001; Calvo, 2009) estas trampas no son específicas capturan adultos de Tephritidae así como otras especies de insectos.

Las trampas se ubicaron en las copas de los árboles a una altura de 1,5 m, protegidas del sol, vientos fuertes y polvo. Toda el área circundante a la entrada de las trampas estuvo despejada de hojas y ramas, de forma tal que tuvieran un flujo de aire apropiado y un fácil acceso para las moscas. El cebo de las trampas Jackson se reemplazó cada 6 semanas y el piso se reemplazó cada vez que fue necesario. Los monitoreos se realizaron quincenalmente y con la misma frecuencia en las trampas McPhail se procedió a sustituir el atrayente alimenticio por uno nuevo (Martínez & Godoy 1987, FAO/IAEA 2003). El contenido de la trampa fue colado y los especímenes capturados lavados con abundante agua y almacenados en frascos con alcohol 70% debidamente rotulados a la espera de ser identificados en laboratorio. El cebo desechado se retiró del predio evitando vuelcos en el suelo.

Los adultos de Tephritidae capturados en trampas fueron contados, sexados e identificados. La identificación fue realizada en base a las claves antes mencionadas. Para cada trampa se calculó el índice MTD (Mosca/Trampa/Día) (FAO/IAEA., 2003) y la relación entre las dos especies de moscas presentes. Con dicha información también se graficó la fluctuación de poblaciones de ambas especies de tefrítidos por hospedante y zona.



Figura 17. Distribución de las trampas McPhail y Jackson en un establecimiento frutícola de la zona de Kiyú, San José.

Para analizar la relación entre las capturas de moscas y el nivel de infestación en frutos durante el período 2015 a 2017, se seleccionaron tres establecimientos comerciales, en los que se colocaron 76 trampas Jackson y 83 trampas McPhail. En dichos establecimientos se incorporó como se explica más adelante, el muestreo de frutos cercano a la cosecha. Dichos establecimientos se ubicaban en Las Brujas, Canelones, donde predominaban los frutales de hoja caduca, en Kiyú, San José, donde se repartían equitativamente cítricos y frutales de hoja caduca, y en Daymán, Paysandú, donde predominaban los cítricos.

3.2.3. Nivel de daño en frutos de diferentes hospedantes

Durante la semana previa a la cosecha de cada especie y variedad, en tres establecimientos comerciales ubicados en Las Brujas, Kiyú y Daymán se colectaron frutos a los efectos de detectar los daños, calcular los índices de infestación y poder relacionar la captura observada en las trampas con el daño registrado en frutos. Según el tipo de fruto, el indicador de madurez fue el tamaño, cambio de color y sobre color. De acuerdo a las dimensiones del cuadro y en función de la fruta disponible, se colectaron entre 100 y 150 frutos al azar por hospedante (especie/variedad), los que fueron procesados y mantenidos en laboratorio

como se explicó anteriormente a la espera de la emergencia de adultos. En algunas especies también se colectaron muestras de frutos del suelo debajo de las plantas y de plantas que quedaron sin cosechar por largos períodos.

Para cada sitio y hospedante o grupos de hospedantes se analizó la incidencia como porcentaje de daño total y la severidad como número de moscas emergidas de cada especie por kg de fruto. El porcentaje de daño en el momento de la cosecha se relacionó con las capturas de todo el período gráficamente y ambos indicadores se integraron en un SIG.

3.2.4. Evaluación de atrayentes alimenticios para hembras pre-reproductivas de tefritidos y su impacto sobre organismos benéficos

En establecimientos frutícolas comerciales de Canelones y Paysandú se realizaron ensayos para la evaluación de atrayentes alimenticios. Se eligieron tres predios y en cada uno se seleccionó una superficie de 4 hács correspondiente a una especie y variedad de edad similar, de las que frecuentemente se ven afectadas por las moscas de la fruta. Los cuadros seleccionados correspondían a: durazneros 'Dixiland', manzanos 'Fuji Kiku' (Los Cerrillos, Canelones) y mandarinos 'Satsuma Okitsu' (Gallinal, Paysandú).

En cada cultivo se evaluaron seis atrayentes alimenticios (tratamientos) en cuatro repeticiones por ensayo. Todos los atrayentes fueron evaluados en trampas McPhail (SUSBIN, Argentina). Dichas trampas se distribuyeron uniformemente dentro de cada bloque, separadas entre sí por aproximadamente 48 metros (Martínez & Godoy 1987). Las mismas fueron colocadas 45 días antes de la fecha de cosecha prevista para la variedad y se mantuvieron como mínimo por 45 días más. En la figura 18 se muestra la disposición espacial de las trampas McPhail en cada ensayo.

En el ensayo de durazneros 'Dixiland' se utilizó jugo natural de guayabo del país (*Acca sellowiana*) al 20% como atrayente pero fue sustituido por la melaza de caña en los ensayos posteriores, debido a su falta de eficacia y difícil implementación. Es por esta razón que en total fueron evaluados siete atrayentes entre los tres ensayos realizados. En la tabla 2 se presentan los tratamientos, destacándose la composición de cada producto comercial.

Los productos comerciales Ceratitistrap®, Plustrap®, Cebo alimenticio TMA® y Cebo alimenticio *Anastrepha*® fueron seleccionados para su evaluación debido a que están disponibles comercialmente y son muy utilizados por los productores frutícolas para trapeo masivo. La levadura + bórax PBX® es utilizada comúnmente para cebar trampas McPhail de monitoreo de poblaciones de mosca, tanto por los productores como por el Programa de Vigilancia Oficial de moscas de la fruta del Ministerio de Ganadería,

Agricultura y Pesca. El jugo natural de guayabo del país (*Acca sellowiana*) fue seleccionado como un atrayente de posible elaboración casera y bajo costo debido a la muy alta atractividad que tiene este fruto para ambas moscas (Segura *et al.*, 2014). La melaza de caña es un subproducto de la industria azucarera que se utiliza en los cultivos de cítricos como matriz atractiva para las moscas de la fruta en aplicaciones de cebos tóxicos, por lo que resultaba interesante evaluar su comportamiento atractivo dentro de una trampa.

En el caso de los tratamientos con Ceratitistrap®, Plustrap®, melaza al 6% y jugo de guayabo al 20% cada trampa fue cebada con 300 mL del producto. Para el tratamiento levadura + bórax PBX® se colocaron 300 mL de agua y cuatro pellets del producto comercial. Las tarjetas difusoras de Cebo alimenticio TMA® y Cebo alimenticio *Anastrepha*® se pegaron en la parte superior de las trampas con cinta adhesiva doble faz y se colocaron 300 mL de agua del grifo con 5 mL de jabón líquido de pH neutro. Este último permite romper con la tensión superficial del agua haciendo más eficiente la captura de los insectos (Hodson 1948).

Las trampas fueron revisadas y rotadas de sitio semanalmente, de modo de evitar cualquier desvío en las capturas asociados a la posición de la trampa en el monte. Los atrayentes comerciales fueron recebados según recomendación de etiqueta a los 45 días de ensayo. La levadura + bórax PBX®, melaza al 6% y el jugo de guayabo al 20% fueron recebados semanalmente.

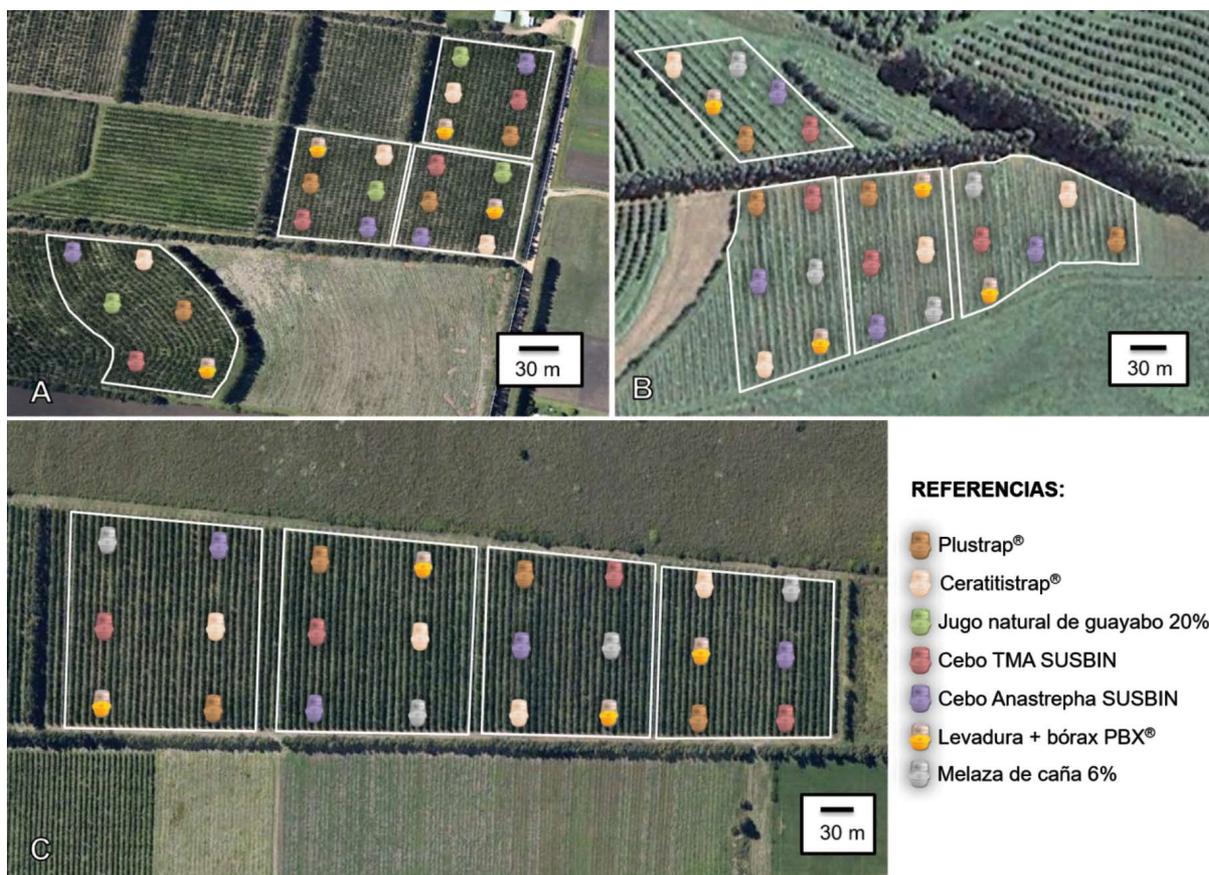


Figura 18. Distribución de las trampas McPhail en los tres ensayos de campo. Los diferentes colores de trampa representan los distintos atrayentes evaluados. A ensayo en durazneros ‘Dixiland’, B ensayo en mandarinas ‘Satsuma Okitsu’, C ensayo en manzanos ‘Fuji Kiku’.

Tabla 2. Descripción de los tratamientos evaluados.

Nombre comercial	Composición	Presentación	Empresa	Origen
Plustrap®	Trimetilamina 15%	Líquido listo para usar	SUSBIN	Argentina
Ceratitistrap®	Proteína hidrolizada 5,5%	Líquido listo para usar	Bioibérica S.A.	España
Jugo de guayabo del país al 20%	Frutos enteros procesados	Líquido diluido	Elaboración propia	Uruguay
Cebo alimenticio TMA®	Trimetilamina 5,74%	Tarjeta difusora	SUSBIN	Argentina
Cebo alimenticio <i>Anastrepha</i> ®	Acetato de amonio 45% + putrescina 0,15%	Tarjeta difusora	SUSBIN	Argentina
Levadura + bórax PBX®	Levaduras y bórax	Pellets	SUSBIN	Argentina
Melaza de caña hidrolizada al 6%	Subproducto industria azucarera	Líquido diluido	Azucarera del Litoral S.A.	Uruguay

Cada semana los especímenes colectados en las trampas se colocaron en tubos plásticos etiquetados conteniendo alcohol al 96% y se trasladaron al laboratorio. Una vez allí, los tefrítidos fueron acondicionados para su posterior identificación taxonómica a nivel de especie utilizando las claves de Malavasi & Zucchi (2000) y Foote (1980). Los ejemplares de *C. capitata* y *A. fraterculus* fueron sexados y separados del resto de los insectos de la muestra. Dado que son las hembras las que inician los daños en la fruta, para la evaluación de la efectividad de los atrayentes se prefirió comparar las medias de captura de los distintos tratamientos expresados como hembras/trampa/día (HTD).

Las hembras de ambas especies fueron disecadas en placa de Petri, donde se les extrajeron los ovarios y se observó la presencia de huevos como indicador de madurez sexual (Bortoli *et al.*, 2016). Todas las hembras sin huevos desarrollados fueron consideradas inmaduras sexualmente. Las proporciones de hembras maduras e inmaduras sexualmente fueron calculadas.

Para evaluar el impacto que pueden tener los atrayentes utilizados en trapeo masivo sobre las poblaciones de polinizadores, depredadores y

parasitoides se procedió a clasificar y contabilizar todos los artrópodos que fueron capturados. Los insectos fueron clasificados a nivel de Orden y Familia siguiendo las claves de Bentancourt *et al.* (2009).

Para determinar el nivel de daño provocado por tefrítidos al momento de la cosecha, se muestrearon al azar 100 frutos por repetición y por ensayo, totalizando 400 frutos por cultivo. Estos fueron llevados al laboratorio, pesados y mantenidos en recipientes de PVC, en condiciones controladas de temperatura ($22 \pm 3^\circ\text{C}$) y humedad ($70 \pm 5\%$), siguiendo el procedimiento ya descrito en prospección de hospedantes y parasitoides.

3.3. Resultados

3.3.1. Hospedantes y parasitoides de las moscas de la fruta

Se colectaron 6759 frutos de 40 especies/variedades. De éstos, 1011 de frutales de hoja caduca, 2276 de cítricos y 3472 de frutales nativos y otros. Se observó una infestación promedio del 12%. En las figuras 19 y 20 se observa el esfuerzo de muestreo discriminado por Departamento y hospedante, respectivamente.

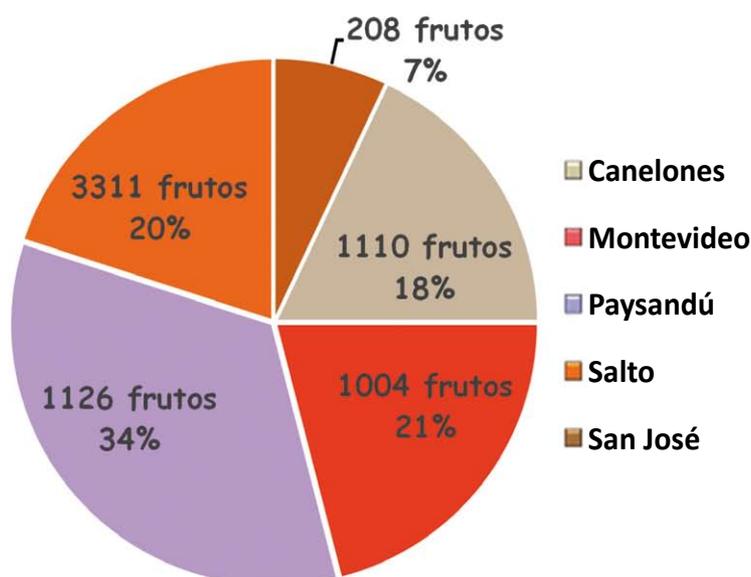


Figura 19. Porcentaje en peso y número de frutos colectados por sitio (en total 557 kg de frutos muestreados).

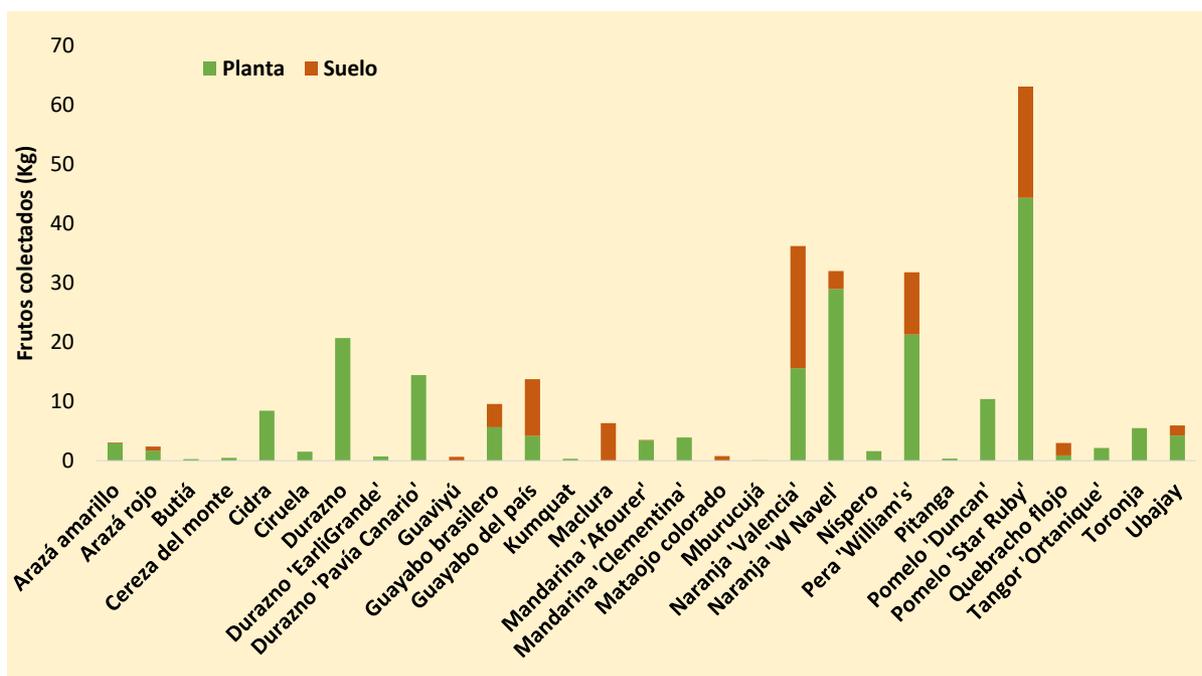


Figura 20. Peso de los frutos colectados por hospedante en la planta y en el suelo debajo de la copa de los árboles

En la tabla 3 se presenta la información de las colectas de frutos procedentes de diferentes hospedantes por departamento, donde se puede observar la incidencia y la severidad del ataque de las distintas especies de moscas, esta última representada por el número de pupas por kg de fruta muestreada.

Si bien el guayabo del país, *Acca sellowiana*, es el hospedante donde se observó la mayor abundancia de ambas especies, *C. capitata* aparece en este hospedante tardíamente, cuando

los frutos de las especies comerciales no están presentes por haber sido cosechados o por no estar próximos a maduración.

En *A. sellowiana* y *Acanthosyris spinescens* emergieron ambas especies de moscas del mismo fruto. En total emergieron 1522 adultos (848 de *C. capitata*, y 674 de *A. fraterculus*). *A. fraterculus* se detecta con mayor frecuencia y alta incidencia sobre frutos nativos, en tanto *C. capitata* está presente en casi todos los hospedantes.

Tabla 3. Adultos de *Anastrepha fraterculus* y *Ceratitis capitata* emergidos de diferentes hospedantes, provenientes de frutos colectados en la planta o el suelo debajo de la copa (*), por cada sitio de muestreo.

Sitio de colecta	Frutos colectados		N° de tefrítidos obtenidos						
	Nombre común	Nombre científico	N° Frutos colectados	Kg de fruta colectada	Pupas obtenidas	<i>Anastrepha fraterculus</i>	<i>Ceratitis capitata</i>	Pupas por Kg de fruta muestreada	
Canelones	Arazá rojo	<i>Psidium cattleianum</i>	118	0,48	45	0	39	93,15	
	Arazá amarillo	<i>Psidium cattleianum</i>	137	0,60	2	0	1	3,33	
			17*	0,13	7	6	1	53,85	
	Ciruela	<i>Prunus salicina</i>	29	1,53	4	2	0	2,62	
	Guayabo del país	<i>Acca sellowiana</i>	54	1,09	24	6	0	22,00	
			219*	4,23	404	19	319	95,60	
	Kumquat	<i>Fortunella margarita</i>	21	0,17	10	6	0	60,24	
	Tangor 'Ortanique'	<i>C. reticulata x C. sinensis</i>	38	2,17	20	0	20	9,23	
	Mandarina 'Afourer'	<i>Citrus clementina</i>	12*	0,94	17	13	4	18,18	
	Pomelo 'Duncan'	<i>Citrus paradisi</i>	1	0,11	1	1	0	9,52	
	Mburucujá	<i>Passiflora caerulea</i>	3	0,03	19	0	11	575,8	
Naranja 'W Navel'	<i>Citrus sinensis</i>	21*	3,01	12	0	9	3,99		
		142	20,80	197	63	10	9,47		
Pera 'William's'	<i>Pyrus communis</i>	68*	10,51	15	13	0	1,43		
Montevideo	Butiá	<i>Butia capitata</i>	8	0,27	6	0	6	21,90	
	Durazno 'Pavía Canario'	<i>Prunus persica</i>	140	14,45	136	0	98	9,41	
	Durazno	<i>Prunus persica</i>	149	20,68	31	0	31	1,50	
	Guayabo del país	<i>Acca sellowiana</i>	168	2,52	906	307	1	359,95	
			92*	2,34	547	345	168	234,26	
Pera 'William's'	<i>Pyrus communis</i>	27	3,43	17	7	2	4,96		
Paysandú	Mandarina 'Clementina'	<i>Citrus clementina</i>	33	3,92	33	0	31	8,43	
	Naranja 'Valencia'	<i>Citrus sinensis</i>	93*	12,96	1	0	0	0,08	
			162	46,23	50	15	0	1,08	
	Pomelo 'Star Ruby'	<i>Citrus paradisi</i>	70*	18,76	10	1	0	0,53	
376			2,37	21	6	0	8,85		
Salto	Arazá amarillo	<i>Psidium cattleianum</i>	376	2,37	21	6	0	8,85	
	Arazá rojo	<i>Psidium cattleianum</i>	316	1,24	139	67	2	112,01	
			212*	0,68	27	22	0	39,94	
	Cidra	<i>Citrus medica</i>	19	8,45	3	0	1	0,36	
	Guaviyú	<i>Eugenia pungens</i>	345*	0,66	22	2	18	33,59	
	Guayabo brasileiro	<i>Psidium guajava</i>	144	5,65	144	93	13	25,49	
			87*	3,91	13	12	0	3,32	
	Maclura	<i>Maclura pomifera</i>	21*	6,36	15	0	1	2,36	
			97	16,35	68	0	45	4,16	
	Naranja 'Valencia'	<i>Citrus sinensis</i>	49*	7,65	166	0	123	21,69	
			93	1,62	60	27	17	37,01	
	Pitanga	<i>Eugenia uniflora</i>	1167	0,99	14	0	0	14,11	
	Quebracho flojo	<i>Acanthosyris spinescens</i>	93	0,91	197	59	15	216,48	
			214*	2,01	129	73	3	61,46	
	Toronja	<i>Citrus maxima</i>	6	5,51	1	1	0	0,18	
	Ubajay	<i>Hexachlamys edulis</i>	312	4,26	184	64	25	43,20	
			114*	1,70	55	23	6	32,30	
	Durazno 'EarliGrande'	<i>Prunus persica</i>	19	0,74	17	0	6	22,91	
	Pomelo 'Duncan'	<i>Citrus paradisi</i>	50	10,32	23	1	5	2,23	
	Pomelo 'Star Ruby'	<i>Citrus paradisi</i>	7	1,47	1	0	0	0,68	
	Guayabo del país	<i>Acca sellowiana</i>	53	0,58	114	39	0	195,21	
	Mandarina 'Afourer'	<i>Citrus clementina</i>	31	3,43	1	0	0	0,29	
	Mataojo colorado	<i>Pouteria gardneriana</i>	56*	0,79	44	0	44	55,56	
	Kumquat	<i>Fortunella margarita</i>	40	0,26	1	1	0	3,85	
	Cereza del monte	<i>Eugenia involucrata</i>	337	0,50	64	30	4	127,49	
	San José	Naranja 'W Navel'	<i>Citrus sinensis</i>	105	23,43	8	0	4	0,34
		Mburucujá	<i>Passiflora caerulea</i>	6	0,05	30	0	30	600,00

• Frutos colectados del suelo, debajo de la copa de los árboles

Otras especies de Tephritoidea emergieron de frutos colectados en campo. Calvo *et al.*, (2017) obtuvieron 47 especímenes de la familia Lonchaeidae colectados sobre seis especies de plantas, *Citrus sinensis* cv. Valencia, *Passiflora caerulea*, *Eugenia uniflora*, *Psidium cattleianum*, *Pyrus communis* y *Acanthosyris spinescens*, 40 fueron identificados como *Neosilba pradoi* y *Dasiops frieseni*, el resto se identificaron sólo a nivel de familia (Tabla 4, Fig. 21). Estas dos especies son registradas por primera vez para Uruguay. En la mayoría de los frutos surgió una sola especie, pero en una fruta de arazá, *Psidium cattleianum*, y una de naranjo dulce, *Citrus sinensis*, junto con los Lonchaeidae emergieron adultos de *A. fraterculus* y *C. capitata* respectivamente. Como se mencionó

anteriormente, algunas especies de Lonchaeidae deben considerarse como invasoras primarias y no necesariamente asociadas a infestación previa por Tephritidae (Uchôa 2012).

El parasitismo natural fue muy bajo, encontrándose únicamente parasitoides atacando a *A. fraterculus* provenientes de frutos nativos, ubicados en plantaciones con ambientes diversos y escasamente perturbados. De los más de 6700 frutos colectados se obtuvieron solo 30 parasitoides, pertenecientes a cuatro especies, *Opius bellus*, *Doryctobracon brasiliensis*, *D. areolatus* y *Utetes anastrephae* (Hymenoptera: Braconidae), de las cuales la primera fue la más frecuente (Fig. 22).



Figura 21. Adulto de *Dasiops* sp. (Diptera: Lonchaeidae) (Tomado de Lonchaeidae Online, <http://lonchaeidae.myspecies.info/file-colorboxed/107>)

Tabla 4. Número de adultos (N) de *Neosilba pradoi* y *Dasiops frieseni* por hospedante (Adaptado de Calvo *et al.* 2017)

Especie de planta	<i>Neosilba pradoi</i>		<i>Dasiops frieseni</i>	
	N	A/kg*	N	A/kg
<i>Citrus sinensis</i> cv Valencia	1	0,3	26**	6,7
<i>Passiflora caerulea</i>	12	362,5	-	-
<i>Eugenia uniflora</i>	1	6,2	-	-

*(A/kg) número promedio de adultos emergidos por kg de fruta,

**Nuevo registro de hospedante para *D. frieseni*,

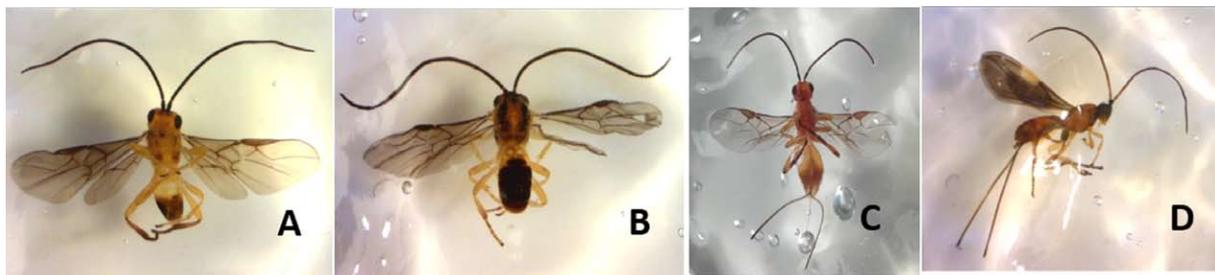


Figura 22. Parasitoides de *Anastrepha fraterculus*, A *Opius bellus*, B *Doryctobracon brasiliensis*, C *Doryctobracon areolatus*, D *Utetes anastrephae* (Hymenoptera: Braconidae)

3.3.2. Desarrollo estacional

En la figura 23 se observan las capturas de *C. capitata* promedio por trampa McPhail para los tres sitios de estudio. Las hembras constituyeron el sexo más atraído a la trampa alimenticia y lo hicieron en una relación diferente según la zona. Se presentaron en mayor abundancia en los meses de diciembre y febrero en Daymán y Kiyú, y un mes más tarde en Las Brujas.

En Daymán dicha abundancia se debió a las altas capturas registradas en todos los cultivos de cítricos, con una contribución muy importante de las naranjas (Valencia y W. Navel) y algunas mandarinas,

especialmente en la primera temporada. En esta localidad del norte del país se registraron capturas durante todo el invierno, lo que no sucedió en la zona sur. En Kiyú, a pesar de la menor abundancia de moscas de la fruta, todas las trampas registraron capturas y la mayor abundancia se observó también en cítricos (naranjas y mandarinas) aunque en la segunda temporada aparecieron también capturas significativas en durazneros y nectarinos. Es de destacar que este es el único establecimiento donde las mayores capturas se registraron en la segunda temporada. Si bien en las Brujas todas las trampas capturaron, la abundancia está asociada mayoritariamente a las capturas registradas en perales.

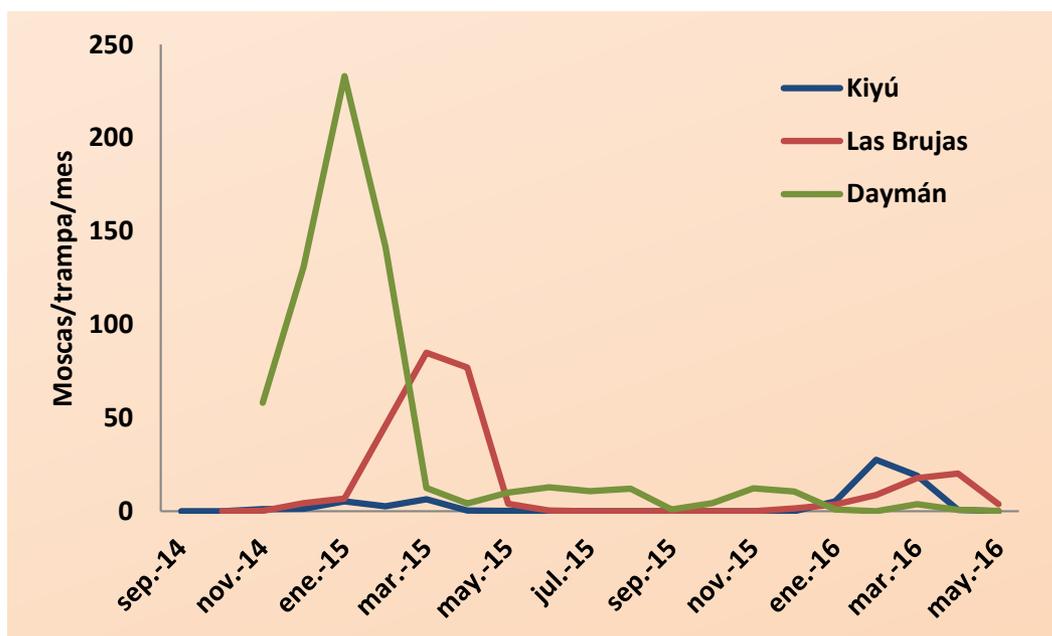


Figura 23. Capturas promedio de *Ceratitis capitata* en trampas McPhail en los tres sitios de estudio

Las capturas de machos de *C. capitata* en trampas McPhail y Jackson se correlacionan perfectamente en cuanto a fenología y en algunos casos difieren en la magnitud (Fig. 24). La información que ambas trampas proporcionan es similar. La trampa McPhail tiene la ventaja que captura tefrítidos de las dos especies, no obstante el conteo y la identificación de los especímenes a campo es engorroso.

En la figura 25 se observan las capturas de *A. fraterculus* promedio por trampa McPhail. Igual que en el caso de *C. capitata* las hembras fueron el sexo más atraído a las trampas alimenticias. Se presentó en mayor abundancia

en el norte y lo hizo en los meses de noviembre y diciembre, en el sur la abundancia fue menor y las capturas se extendieron hasta mayo. En Daymán, aunque *A. fraterculus* se capturó en todos los hospedantes la contribución más importante la hicieron las trampas que estaban ubicadas en pomelos y mandarinos, en la zona de Las Brujas sucedió algo similar pero la mayor contribución la hicieron durazneros, nectarinos y perales. En Kiyú solo algunas trampas capturaron adultos de esta especie y ellas se encontraban en mandarinos, naranjos (W. Navel) y manzanos. En todos los casos la mayor abundancia se dio en la primera temporada de estudio.

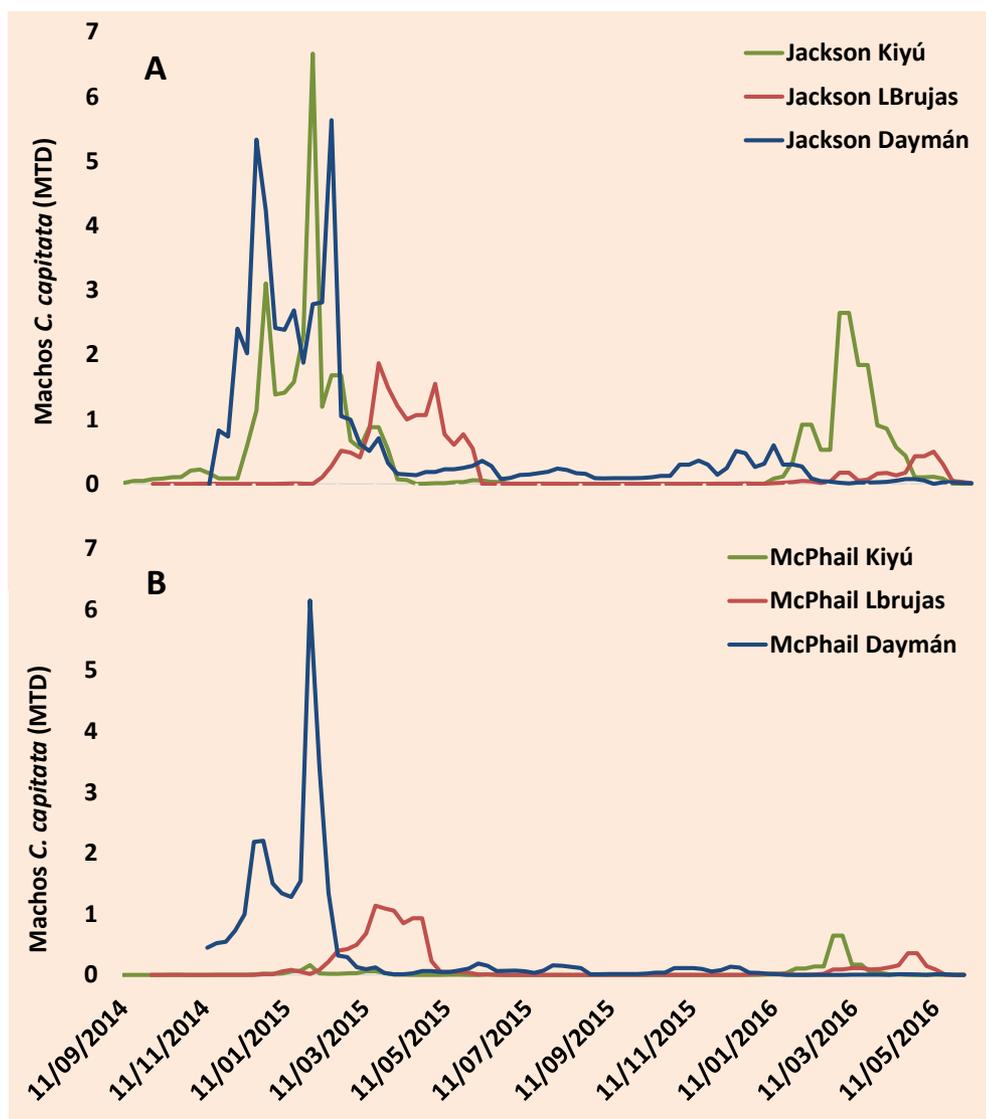


Figura 24. Capturas de machos de *Ceratitis capitata* en trampas Jackson (A) y McPhail (B)

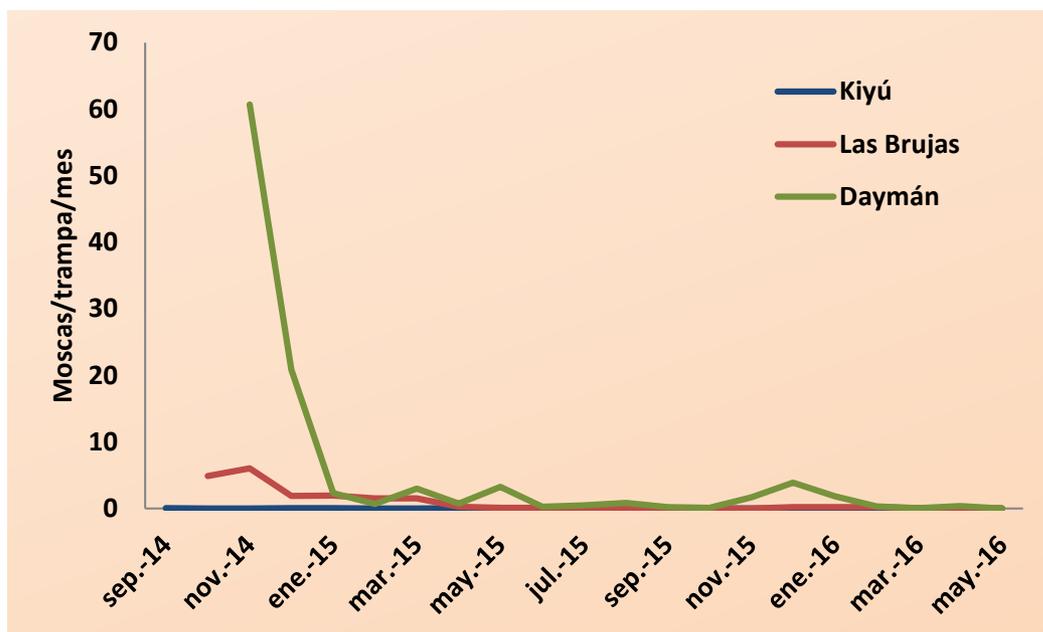


Figura 25. Capturas promedio de *Anastrepha fraterculus* en trampas McPhail en los tres sitios de estudio

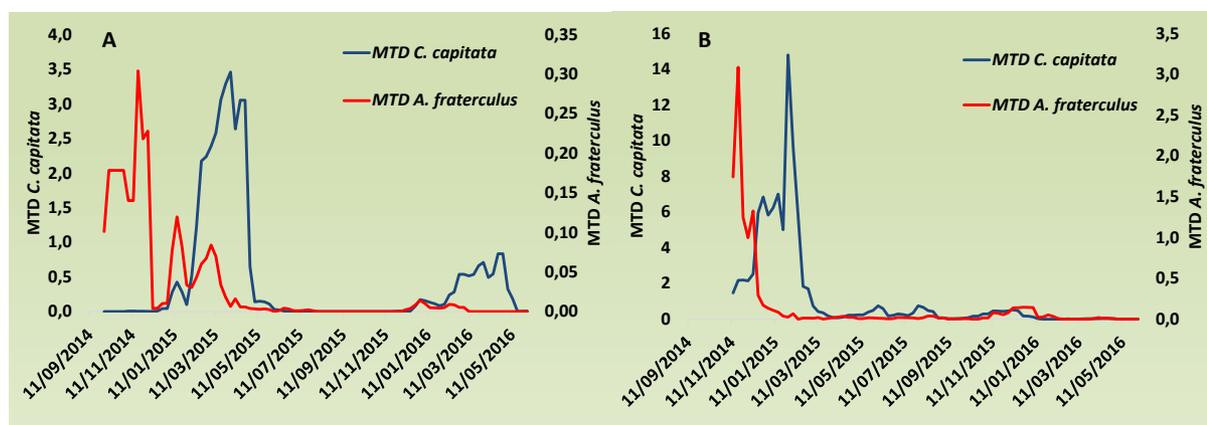


Figura 26. Capturas de *Anastrepha fraterculus* y *Ceratitis capitata* en trampas McPhail en Las Brujas, Canelones (A) y Daymán, Paysandú (B)

Cuando se comparan las fluctuaciones de poblaciones de ambos tefritidos se observa que la abundancia de la mosca sudamericana es mayor en primavera y tiende a descender cuando aumenta la de la mosca del Mediterráneo en verano (Fig. 26). Lo anterior nos ha llevado a plantear dos hipótesis, una es que los requisitos de ambas especies en cuanto a condiciones climáticas se refiere pudieran ser diferentes y la otra es que *C. capitata* es tan agresiva que desplaza a *A. fraterculus* de su hábitat. Seguramente estas no sean condiciones excluyentes y ambas puedan suceder en forma simultánea. La literatura cita que

A. fraterculus está mejor adaptada a los ambientes silvestres poco perturbados y con diversidad de hospedantes, en tanto ocurre lo contrario con *C. capitata* (Segura *et al.*, 2006).

Otras especies de Tephritidae capturadas esporádicamente en trampas alimenticias, fueron *Anastrepha dissimilis*, *A. australis*, *A. nigra* y *A. littoralis*, estas tres últimas pertenecían al género *Toxotrypana* hasta 2018 (Fig. 27). Ninguna de estas especies se encontró asociada a frutos de hospedantes comerciales (Calvo com. pers.).



Figura 27 Macho y hembras pertenecientes al grupo *curvicauda* de *Anastrepha*, antes conocidas como *Toxotrypana*.

3.3.2.1. Desarrollo estacional y su relación con los diferentes hospedantes

En la figuras 28 y 29 se observa que los MTD para

C. capitata son siempre superiores a los MTD de *A. fraterculus*, lo que muestra que independiente del hospedante y la zona, la primera de estas especies es dominante.

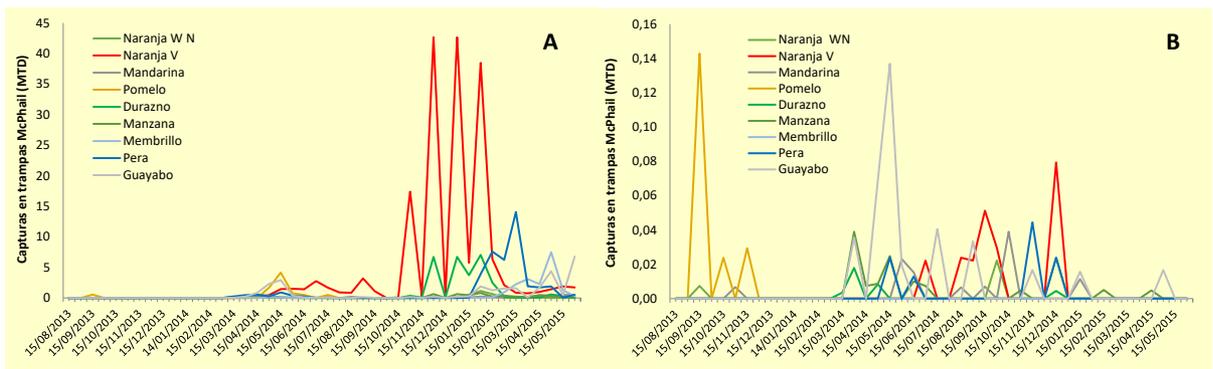


Figura 28. Fluctuación de poblaciones de *Ceratitis capitata* (A) y *Anastrepha fraterculus* (B) en trampas McPhail instaladas en distintos hospedantes en Melilla, Cerrillos, Las Brujas, Colonia Galland y Kiyú.

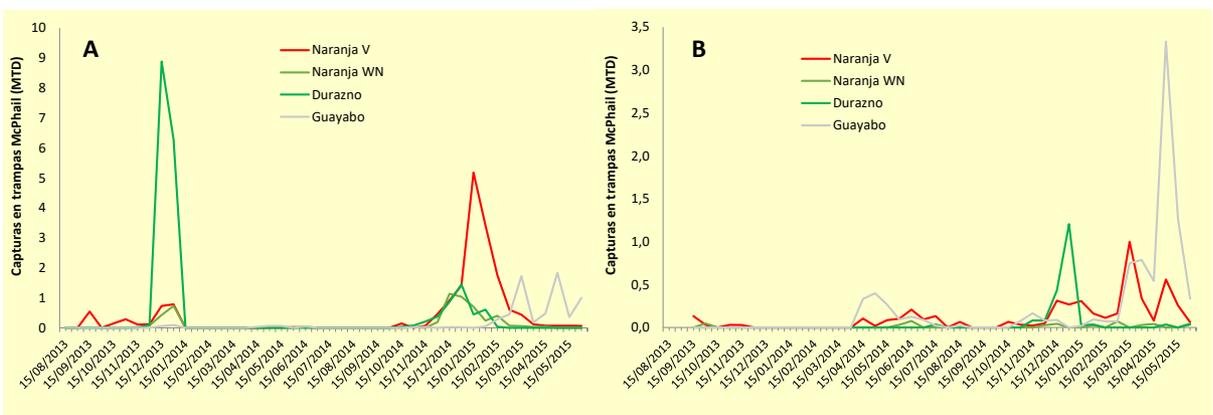


Figura 29. Fluctuación de poblaciones de *Ceratitis capitata* (A) y *Anastrepha fraterculus* (B) en trampas McPhail instaladas en distintos hospedantes en la EEFAS (Salto).

La abundancia de *C. capitata* en el sur fue muy superior en la temporada 2014-2015 y hay cierta coincidencia entre el momento donde se registraron las capturas y los periodos de maduración de la fruta, aunque estas permanecieron elevadas aun cuando había finalizado la cosecha de la mayoría de las variedades. Lo anterior sugiere que los insectos permanecen en la fruta atacada bajo la forma de larvas o como pupas en el suelo por largos periodos, especialmente cuando las temperaturas son bajas, y la emergencia de adultos se da más allá de la cosecha.

En las figuras 28 y 29 se observa la preferencia de *A. fraterculus* por hospedantes como pomelo y guayabo del país, lo que se corresponde con lo observado en frutos. También, se aprecia como el manejo de la fruta incide en el incremento de las

poblaciones de ambas especies y especialmente el mantener cítricos en la planta más allá de su fecha óptima de cosecha.

3.3.2.2. Desarrollo estacional y su relación con los parámetros climáticos

En la tabla 5 se citan los umbrales de temperaturas para el desarrollo y grados día (GD) necesarios para el cumplimiento de una generación para las dos especies en estudio. En función de las temperaturas promedio de los últimos 5 años para Salto (INIA SG) y Canelones (INIA LB) se estimó el número de generaciones que podrían tener lugar en cada zona. Es de destacar que las temperaturas superiores a los 28-30°C resultan limitantes para *C. capitata* (Vargas *et al.*, 2000) y la oviposición cesa por debajo de los 16°C (Del Pino & Garrido 1996)

Tabla 5. Requerimientos térmicos y número de generaciones por año de *Ceratitidis capitata* y *Anastrepha fraterculus* estimadas en función de las temperaturas medias de los últimos 5 años de las Estaciones Meteorológicas ubicadas en las Estaciones Experimentales de INIA en Las Brujas (Canelones) y Salto Grande (Salto)

	<i>Ceratitidis capitata</i>	<i>Anastrepha fraterculus</i>
Umbral de desarrollo	9.7°C ¹	10.7°C ²
Constante térmica	370 GD ¹	430 GD ²
Número de generaciones estimadas/año	7 (Canelones)	5-6 (Canelones)
	9 (Salto)	7 (Salto)

¹Vargas *et al.*, 2000; ²Salles 2000

Cuando se analizan las condiciones climáticas que precedieron a cada una de los momentos de aparición de moscas de la fruta, encontramos dos parámetros que podrían estar explicando su abundancia, las temperaturas y las precipitaciones.

Las temperaturas invernales influyen en los momentos de aparición de las moscas de la fruta en la primavera siguiente. En la zona de Kiyú, en dos años consecutivos, se pudo observar que los primeros registros de capturas en trampas Jackson

para *C. capitata* se dieron a partir de febrero en el año 2013-2014 y dos meses antes en la temporada siguiente (Fig. 30). El invierno 2013, se caracterizó por ser el más frío de los últimos años, con temperaturas mínimas promedios de 4,9°C para la zona sur y 81 días con temperaturas mínimas por debajo del umbral de desarrollo de esta especie (Tablas 6 y 7), lo que probablemente enlenteció el desarrollo, además de haber actuado como un factor de mortalidad. En cambio el invierno siguiente fue más benigno, explicando la aparición más temprana de la mosca del Mediterráneo.

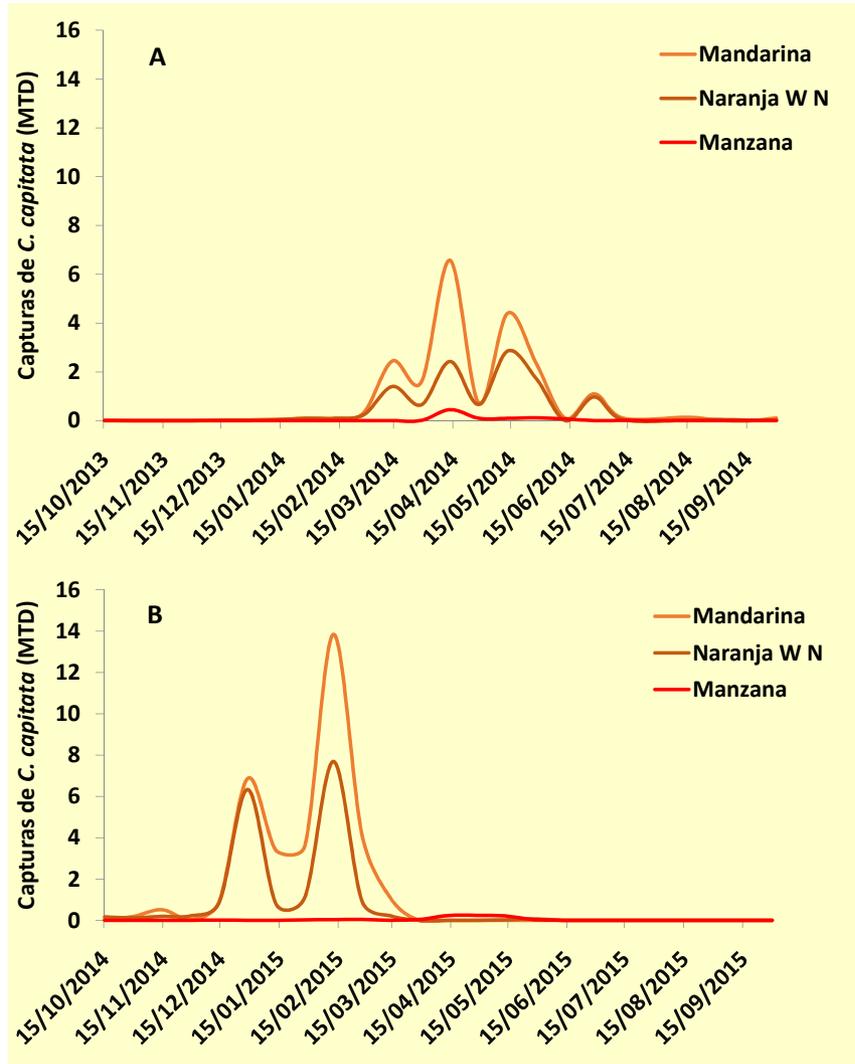


Figura 30. Capturas de machos de *Ceratitis capitata* en trampas Jackson colocadas en diferentes cultivos en la zona de Kiyú, A temporada 2013-2014 y B temporada 2014-2015.

Tabla 6. Temperaturas máximas y mínimas promedio para cada una de las estaciones del año, según información de las estaciones meteorológicas ubicadas en las Estaciones Experimentales de INIA en Las Brujas y Salto Grande

SALTO	Temperatura Máxima °C					Temperatura Mínima °C				
	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017
Invierno (Jun-Ago)	19,3	18,7	19,5	20,4	18,3	7,7	6,7	8,2	9,9	7,6
Primavera (Set-Nov)	25,2	25,1	25,6	23,2	24,3	14,6	13,2	14,2	12,7	12,5
Verano (Dic-Feb)	30,0	32,0	30,0	31,3	30,9	18,3	20,5	19,1	20,2	20,1
Otoño (Mar-May)	23,8	23,4	27,1	22,9	24,7	12,3	13,3	13,7	14,0	14,7
Año (Jun-May)	24,6	24,8	25,5	24,4	24,6	13,2	13,4	13,8	14,2	13,7

CANELONES	Temperatura Máxima °C					Temperatura Mínima °C				
	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017
Invierno (Jun-Ago)	15,8	16,0	16,9	18,0	15,2	5,6	4,9	6,1	6,9	6,0
Primavera (Set-Nov)	22,3	21,5	22,8	20,3	21,2	11,8	10,6	11,6	9,7	10,6
Verano (Dic-Feb)	28,6	28,5	28,0	29,0	29,3	16,4	17,4	16,5	17,0	17,3
Otoño (Mar-May)	21,8	21,5	24,7	20,9	23,3	11,0	11,5	12,3	12,3	12,6
Año (Jun-May)	22,1	21,9	23,1	22,1	22,2	11,2	11,1	11,7	11,5	11,6

Tabla 7. Número de días con temperaturas mínimas por debajo de 9.7°C y 0°C durante los meses invernales, según información de las estaciones meteorológicas ubicadas en las Estaciones Experimentales de INIA en Las Brujas y Salto Grande

Salto: Junio-Agosto						Invierno Sur: Junio-Agosto					
Nº días con temp mínimas < 9.7°C						Nº días con temp mínimas < 9.7°C					
2012	2013	2014	2015	2016	2017	2012	2013	2014	2015	2016	2017
58	71	57	47	65	41	72	81	77	58	81	55
Nº días con temp mínimas < 0°C						Nº días con temp mínimas < 0°C					
2012	2013	2014	2015	2016	2017	2012	2013	2014	2015	2016	2017
10	4	3	4	0	1	12	8	1	7	2	2

En las figuras 31 y 32 se muestra la fluctuación de adultos de *C. capitata* y *A. fraterculus* para Paysandú y Canelones por dos años consecutivos (2014-2016) en trampas Mc Phail junto a las temperaturas máximas y mínimas promedio mensual y las precipitaciones acumuladas por mes.

Si se observa la tabla 6 es posible inferir que estas especies pueden presentar un desarrollo ininterrumpido a lo largo del año, sin diapausa invernal por contar con temperaturas favorables debido a la amplitud térmica, siempre y cuando la presencia de hospedantes no se torne un factor limitante. En Paysandú, se registran adultos de *C. capitata* en las trampas durante todo el invierno y

las temperaturas mínimas mensuales promedio solo en pocas oportunidades se encontraron por debajo del umbral de desarrollo para esta especie (Fig. 31). A su vez, las temperaturas máximas del verano que podrían afectar a la especie, rara vez superan los 30°C al menos en el sur del país. En el período objeto de análisis, las temperaturas invernales no parecen haber jugado un papel preponderante, como se observa en la tabla 7 cada invierno ha sido más cálido y por tanto más favorable que el anterior para el desarrollo de esta especie. Considerando las temperaturas máximas, en los últimos dos inviernos (líneas rojas) se cumplieron incluso las temperaturas necesarias para la oviposición. La diferencia se observa en

que la primavera 2015 se caracterizó por ser la más fría de los últimos años lo que pudo haber contribuido a enlentecer el desarrollo de estos insectos, especialmente en el sur del país.

En la temporada 2014-2015, en Daymán ambas especies de moscas se presentaron desde la primavera y se mantuvieron en poblaciones abundantes hasta el otoño, sin embargo en la primavera 2015, las capturas fueron bastante menores. Hubo una diferencia importante en las precipitaciones que precedieron ambos períodos y éstas fueron muy superiores a lo normal en agosto (290 mm) y diciembre (450 mm) de 2015. Las lluvias incluso continuaron siendo abundantes a fines del verano y otoño, alcanzando cifras record en el mes de abril (Fig. 31). Las

precipitaciones pueden actuar directamente como factor de mortalidad cuando son muy abundantes, controlando las pupas de las moscas de la fruta que se desarrollan en el suelo.

Cuando son moderadas, lo hacen indirectamente manteniendo la humedad del suelo y favoreciendo la proliferación de hongos entomopatógenos que afectan al estado pupal (Bento 2008). Por el contrario los períodos prolongados de sequía favorecen sus incrementos poblacionales. La situación para la zona sur no es muy diferente en cuanto a la abundancia de precipitaciones en el mes de agosto, aunque nunca alcanzaron los valores de la zona norte, permitiendo que las moscas se presentaran en la temporada siguiente pero con menor abundancia.

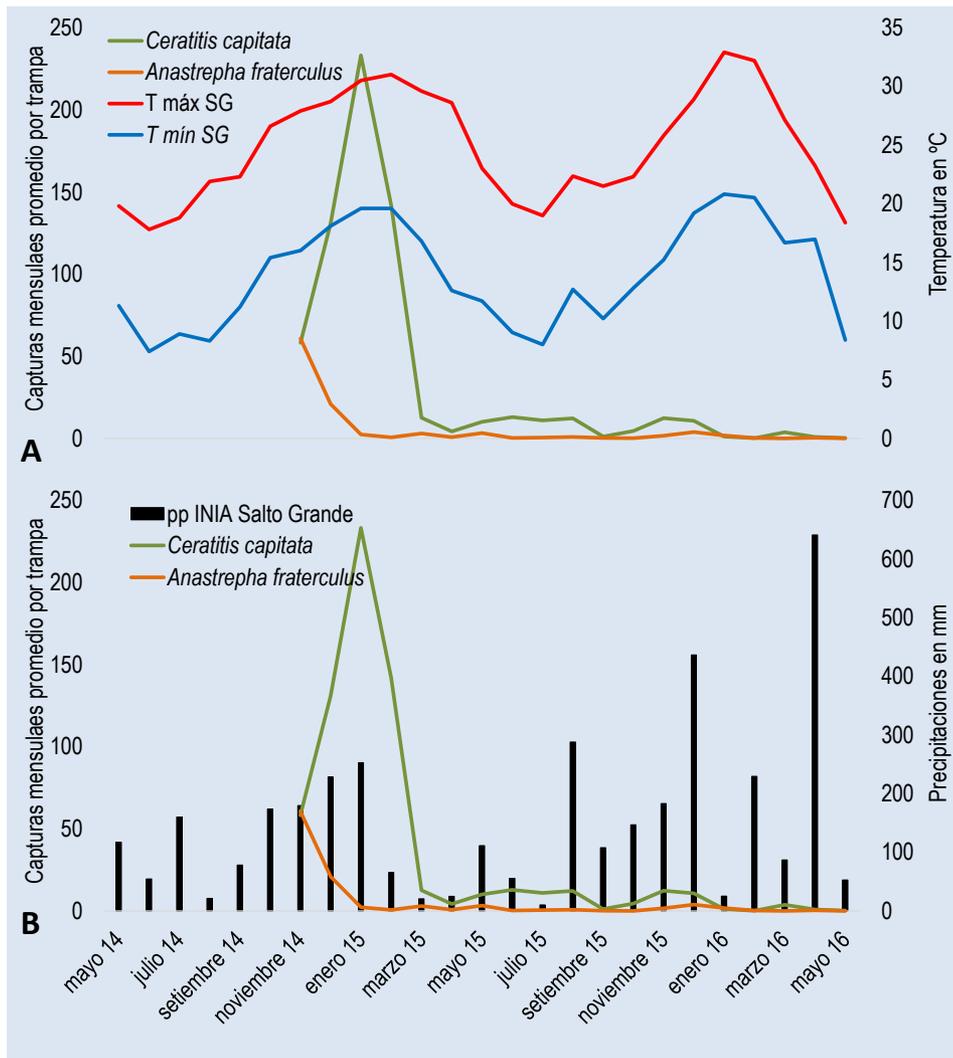


Figura 31. Relación entre las capturas de *Ceratitits capitata* y *Anastrepha fraterculus* promedio para la zona de Daymán y los parámetros climáticos (A promedio de temperaturas máximas y mínimas mensuales, B precipitaciones acumuladas por mes)

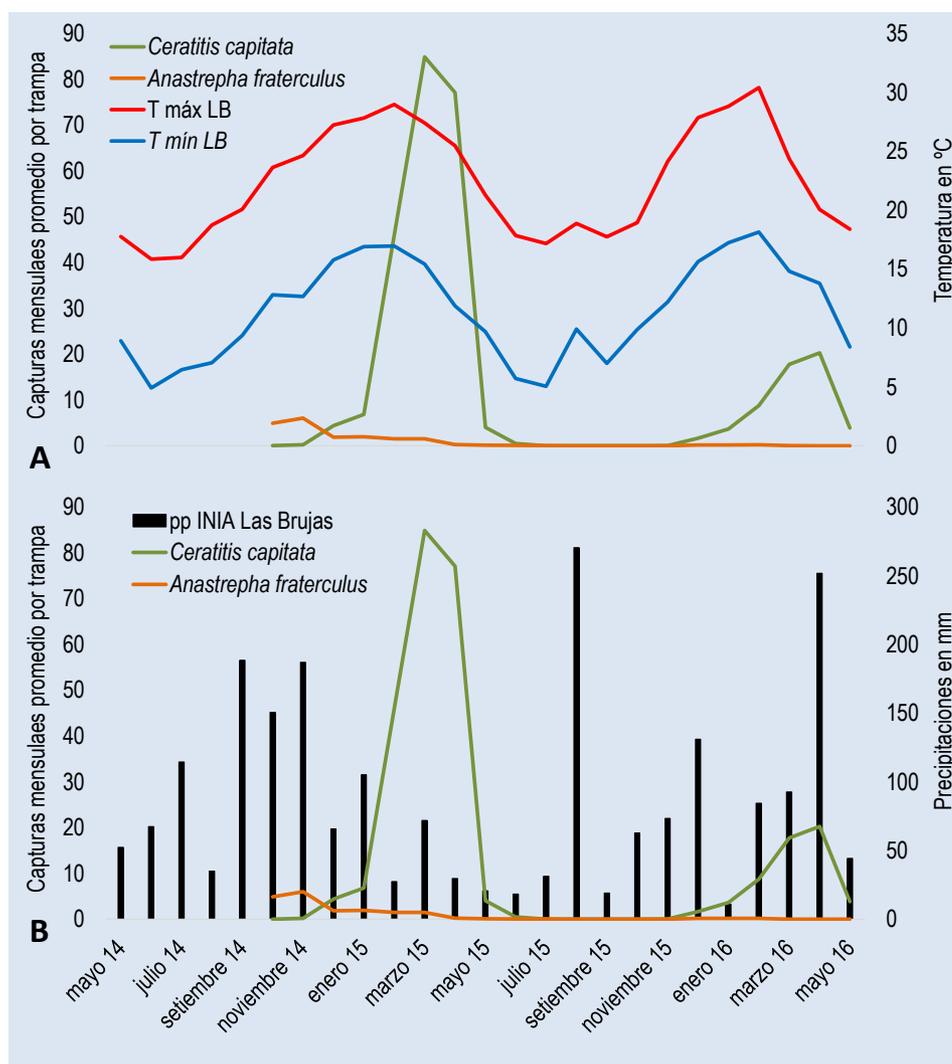


Figura 32. Relación entre las capturas de *Ceratitits capitata* y *Anastrepha fraterculus* promedio para la zona de Las Brujas, y los parámetros climáticos (A promedio de temperaturas máximas y mínimas mensuales, B precipitaciones acumuladas por mes)

3.3.3 Relación entre las capturas de moscas de la fruta en trampas con el nivel de daño en frutos de diferentes hospedantes.

3.3.3.1 Niveles de daño en frutos de cítricos y frutales de hoja caduca

El monitoreo en fruta permite complementar la información generada en el monitoreo de adultos en trampas. Las trampas pueden estar capturando insectos que se encuentren alimentándose de otras especies vegetales existentes en los alrededores, por ello la importancia de confirmar las especies hospedantes con el monitoreo de frutos. Por otro lado, también puede ocurrir que la presencia de daño en fruta no se correlacione con las capturas en trampas.

En la tabla 8 se muestran para las tres zonas muestreadas los niveles de daño de los cultivares de cítricos, frutales de carozo y pepita que presentaron daño.

En Paysandú varias de las colectas realizadas en los primeros muestreos fueron dirigidas a fruta que había quedado en el suelo y en la planta más allá de su período apropiado de cosecha. Sin embargo en el segundo año, todos los frutos fueron recogidos de la planta en el período de cosecha, ya que en el establecimiento como método de control por saneamiento se evitó que quedaran frutos maduros por períodos muy extendidos sobre las plantas. En el segundo año se incluyeron además, el monitoreo de nuevas variedades de cítricos en Paysandú y se incorporó el muestreo de frutos de pepita y carozo en Kiyú.

Dentro de los frutales de hoja caduca los perales fueron los que presentaron mayores índices de infestación, tanto en incidencia como en severidad, seguidos de durazneros y nectarinos y por último los manzanos, en cuyo caso se registró daño únicamente en la segunda temporada de muestreo. Es de destacar que si bien se capturaron ambas especies de Tephritidae en Daymán y Las Brujas, solo en esta última zona ambas especies se encontraron dañando fruta.

Para los cítricos, tanto de San José como de Paysandú, la incidencia varió en función de la fecha de cosecha de las especies. En los cítricos de cosecha invernal, como Ellendale, Washington Navel y Ortanique, en 2015 no se registraron daños. Sin embargo en los cultivares otoñales y las parcelas donde se dejó fruta en las plantas hasta ya muy entrada la primavera, como fue el caso de Ortanique en 2014, fueron altamente susceptibles al ataque de mosca (Tabla 8).

3.3.3.2. Relación entre las capturas en trampas y el nivel de daño en frutos

En Daymán, Paysandú, tanto en los cuadros de mandarinos como en los de pomelos (Fig 33B y C) se registraron incrementos en las capturas previas a cosecha, no sucedió lo mismo en naranjos, donde las capturas y los daños se dieron simultáneamente (Fig. 33A). Todos los daños registrados en fruto fueron debidos a *C. capitata*, a pesar de que se registraron en algunos períodos capturas de *A. fraterculus*.

En Las Brujas, Canelones, en la temporada 2014-2015 en frutos de duraznero se observó daño claramente asociado a un alto incremento en las capturas de *A. fraterculus* en el mes previo. Sin embargo en la temporada 2015-2016 se reiteró el daño debido a *A. fraterculus* en las variedades tempranas (noviembre y diciembre) pero no se registraron capturas de esta especie previo a la cosecha y las capturas posteriores fueron bajas (Fig. 34A). En el único caso en que el incremento de capturas advirtió la aparición de daño en fruto asociado a *A. fraterculus* fue cuando los niveles de daño alcanzados fueron extremadamente altos (28% de los frutos infestados). Esto podría significar que las trampas cebadas con proteína hidrolizada no son capaces de detectar la presencia de *A. fraterculus* cuando se encuentra a niveles poblacionales bajos, pero lo suficientemente altos como para ocasionar daños de entidad en los frutos.

Entre enero y abril de 2015 hubo un incremento de las capturas de *C. capitata* en los durazneros de Canelones, coincidiendo con un período en donde ya no quedaban duraznos por cosechar, debido al adelanto de la maduración por factores climáticos (Fig. 34A). Si bien el aumento de las capturas pos-cosecha muchas veces se asocia a fruta que queda en las plantas sin recoger, en este caso se observó que los montes habían sido "barridos" en la cosecha, por lo que es posible que las moscas fueran atraídas por las trampas desde montes vecinos o que quedara un remanente de pupas en el suelo que emergieron luego de cosechada la fruta.

Tabla 8. Niveles de infestación por *Ceratitidis capitata* y *Anastrepha fraterculus* en diferentes especies y cultivares de cítricos, frutales de carozo y pepita en Las Brujas (Canelones), Kiyú (San José) y Daymán (Paysandú).

ORIGEN	VARIEDAD	FECHA DE COLECTA	Tefritidos/ kg de fruto * ¹	Tefritidos/ Nº de frutos	<i>C. capitata</i> emergidas/ kg de fruto	<i>A. fraterculus</i> emergidas/ kg de fruto	% de frutos infestados* ¹
Las Brujas	JuneGold	13/11/2014	29,3	3	0	29,3	54,3
Las Brujas	Lara (2)	27/11/2014	23,8	1,2	0	23,8	10
Las Brujas	Lara (1)	27/11/2014	16,2	1,3	0	16,2	20
Las Brujas	Forastero	09/12/2014	14,6	2	0	2	1
Las Brujas	ElegantLady	17/12/2014	13,8	1,7	0	13,8	3
Las Brujas	Williams (1)	13/01/2015	12,5	2,5	0	12,5	1,3
Las Brujas	Williams (2)	21/01/2015	12,6	1,9	39,9	10,6	10,7
Las Brujas	JuneGold	25/11/2015	21,3	2,2	0	20,8	5
Las Brujas	Lara (2)	02/12/2015	15,7	1	0	0	1,3
Las Brujas	Lara (1)	02/12/2015	22,0	2	0	22	1,3
Las Brujas	Lara (1)	07/12/2015	19,7	1,4	36,7	13,3	13,3
Las Brujas	Fantasia	05/01/2016	39,5	3,5	65,5	13,5	2
Las Brujas	Dixiland	14/01/2016	23,3	3,1	53,7	32,9	10
Las Brujas	Gala (Red)	24/02/2016	18,8	3	31,9	5,4	4
Las Brujas	Williams (1)	07/03/2016	105,5	7,5	128,8	12,7	6
Las Brujas	Williams (2)	07/03/2016	22,7	1,5	41,8	15,3	4
Las Brujas	Canario	18/02/2016	38,3	5,1	50,2	0	9
Las Brujas	Cripps pink	04/03/2016	9,6	1	0	0	2
Las Brujas	Red Chief (1)	04/03/2016	10,9	1	0	0	2
Las Brujas	EarlyRedOne	04/03/2016	9,7	1	0	0	1
Las Brujas	Red Chief (3)	04/03/2016	7,6	1	0	0	2,7
Kiyú	Rich lady	19/01/2016	70,6	10	21,2	0	1
Kiyú	Red delicious	17/03/2016	41,9	6	27,9	0	1
Daymán	Ortanique	27/11/2014	66,5	13,3	67	0	23,5
Daymán	Ortanique* ²	27/11/2014	16,8	3,6	17	0	40,9
Daymán	Star Ruby* ²	27/11/2014	8,3	2,2	8	0	35,7
Daymán	Valencia* ²	27/11/14- 16/01/15	32,2	7,8	32	0	53,6
Daymán	Satsuma	03/03/2015	63,8	5,8	64	0	26,1
Daymán	Star Ruby	23/07/2015	3,2	3,2	3	0	0,7
Daymán	Valencia	17/11/2015	32,7	8	32,7	0	2,7
Daymán	Satsuma	05/05/2016	13,4	2	13	0	4,0

*¹ Se incluyen los frutos infestados en los que no se llegó a desarrollar el estado adulto y no se pudo identificar la especie de mosca.

*² Frutos colectados en el suelo debajo de la copa del árbol

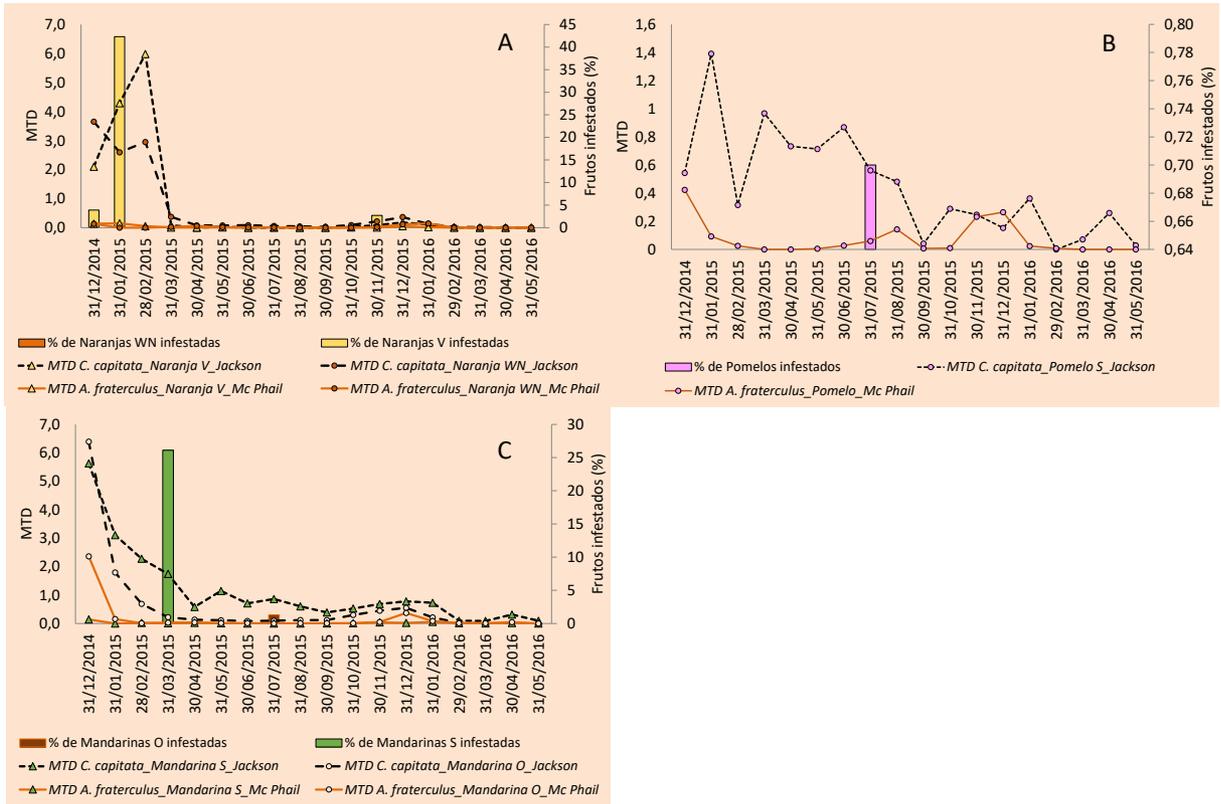


Figura 33. Promedio mensual de moscas por trampa por día (MTD) de *C. capitata* y *A. fraterculus*, y porcentaje de daño de tefritidos en frutos de cítricos en un predio comercial de Daymán, Paysandú. A) WN: Naranja Washington Navel; V: Naranja Valencia. B) SR: Pomelo Star Rubí. C) Mandarinas S: Satsuma, O: Ortanique.

En la siguiente temporada se incluyeron en el muestreo de frutos nuevas variedades de estación y tardías. Estas variedades fueron atacadas por *C. capitata* con intensidades de daño de hasta 9% de frutos infestados. Si bien los incrementos de capturas muchas veces coincidieron con presencia de daño en frutos, este incremento se daba muy próximo a la cosecha y muchas veces inmediatamente después de la misma.

En perales y manzanos también se registró daño asociado a *A. fraterculus* mientras que los niveles de captura para esta especie fueron extremadamente bajos o nulos. En el caso de *C. capitata*, en estos frutales sucedió lo mismo que en durazneros, el incremento en las capturas se daba muy próximo a la cosecha y muchas veces inmediatamente después de la misma (Fig. 34B).

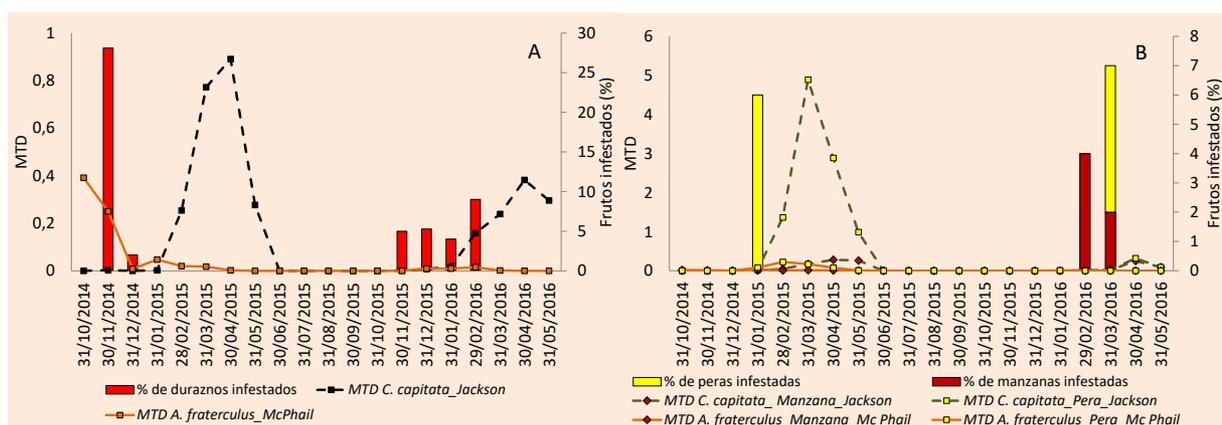


Figura 34. Promedio mensual de moscas por trampa por día (MTD) de *C. capitata* y *A. fraterculus*, y porcentaje de daño en frutos de carozo y pepita, en un predio comercial de Las Brujas, Canelones. Para una misma especie frutal se consideró el porcentaje de daño promedio de todas las variedades cosechadas en un mismo mes. A) Variedades de durazno y nectarina representadas de izquierda a derecha por: June Gold y Lara; Forastero y Elegant Lady; June Gold; Lara; Fantasía y Dixiland; Pavía Canario. B) Peral William's; Manzana Gala; Manzana Early Red One y Red Chief, y Peral William's.

En Kiyú, San José, la incidencia fue muy baja, solo se observaron daños en la segunda temporada y en frutales de carozo y pepita (Fig. 35A), quedando libre de moscas el período de cosecha de los cítricos (Fig. 35B). Esto coincide con los resultados obtenidos en los estudios de fluctuación de poblaciones y su relación con los parámetros climáticos, donde las temperaturas del invierno en el sur limitan los vuelos de este insecto. Las capturas de *A. fraterculus* fueron prácticamente nulas y no se registró daño asociado a esta especie de mosca en ninguno de los cultivos muestreados.

Los resultados presentados anteriormente no fueron los esperados, especialmente en frutales de hoja caduca. Las trampas cebadas con proteína

hidrolizada y trimedlure no permitieron predecir los daños y anticiparse a ellos tomando medidas de control. Cuando se detectaron los primeros adultos ya se observaban larvas en los frutos, y eso ocurrió en los dos años de estudio.

Los resultados obtenidos podrían deberse a que las hembras llegan fecundadas al cultivo desde otros hospedantes y no necesitan alimentarse para oviponer, por tanto no son atraídas a la trampa. Los machos fecundaron a las hembras en otro sitio por tanto tampoco están en el cultivo objeto de estudio para responder al trimedlure. Otra posibilidad es que los cebos que se están utilizando no son capaces de detectar a las moscas cuando estas se encuentran en bajas poblaciones.

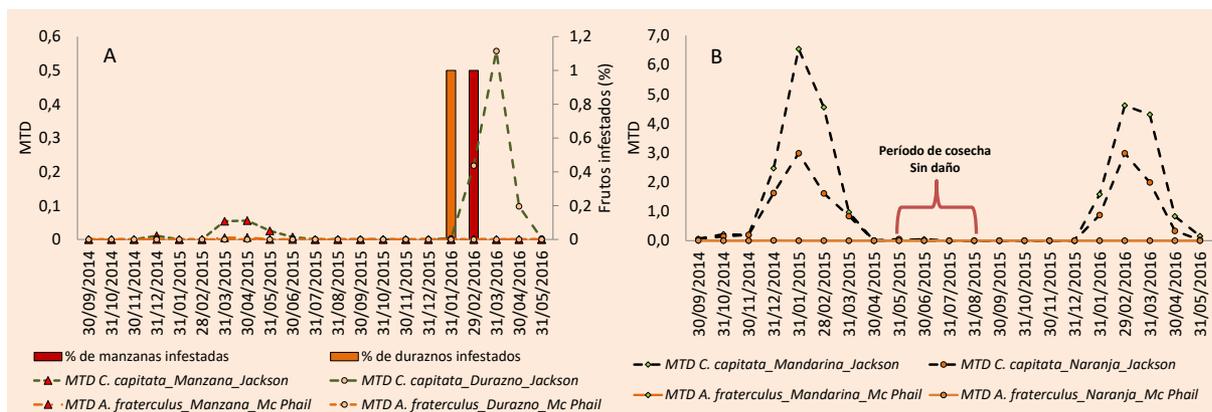


Figura 35. Promedio mensual de moscas por trampa por día (MTD) de *C. capitata* y *A. fraterculus*, y porcentaje de daño de tefrítidos en frutos de carozo, pepita y cítricos en un predio comercial de Kiyú, San José. A) Especies representadas de izquierda a derecha: durazno Rich Lady; manzana Red Delicious. B) Las mandarinas Ellendale y las naranjas Washington Navel no presentaron daño en fruto.

3.3.3.3. Distribución espacio-temporal: integración de capturas y daños en un SIG

Los mapas de los Sistemas de Información Geográficos (SIG) permiten integrar datos diferentes mediante capas. En nuestro estudio los mapas integran la distribución de especies y variedades hospedantes (Fig. 36, 38 y 40) con la secuencia de capturas acumuladas de *C. capitata* en trampas McPhail cuatro semanas previo a la cosecha de cada variedad, y el porcentaje de daño en frutas en la semana previa a cosecha. Se presentan mapas para cada zona y debajo de cada uno se especifica la fecha de cosecha de la parcela considerada, el que aparece pintado según la magnitud del daño.

En Las Brujas, Canelones, en la temporada 2014-2015 se observa como los primeros focos de *C. capitata* se inician entre fines de noviembre y mediados de diciembre en los montes próximos a madurar (nectarinos Lara y durazneros Junegold, Forastero y Elegant Lady) (Fig. 37). Ya hacia mediados de enero se puede ver una distribución mas generalizada de la población en el predio, observándose incrementos importantes de capturas en los perales. Una semana de diferencia en el momento de cosecha de la

pera fue determinante en los niveles de daño ocasionados, siendo que el cuadro cosechado con anterioridad escapó al ataque de *C. capitata*, mientras que en el otro cuadro de idénticas características se produjeron daños de entidad (Fig. 37, Tabla 8). En el último mapa se observa que si bien la cosecha de manzana fue un mes posterior a la de la pera no se detectó daño, mientras que una alta población de *C. capitata* se mantuvo concentrada en los perales pese a su baja disponibilidad de frutos.

En la siguiente temporada, el primer foco comenzó a darse nuevamente a fines de noviembre asociado a la cosecha de los primeros nectarinos y a principios de diciembre se detectaron daños de entidad en duraznos que no fueron acompañados por incrementos importantes en las capturas. Lo mismo ocurrió en manzanos donde se observó daño leve asociado a niveles de captura relativamente bajos. Los perales fueron abandonados desde el punto de vista sanitario debido a una mala brotación, tardía y despereja, y también se registraron daños de entidad aunque esto tampoco fue anticipado por las capturas.

En San José se realizaron muestreos en frutos de cítricos en dos temporadas y una en especies de hoja caduca. En lo que se refiere a cítricos



Figura 36. Distribución de las especies y variedades hospedantes en el establecimiento de Las Brujas, Departamento de Canelones

tanto en mandarina Ellendale como en naranja Washington Navel no se detectó daño en fruto. Esto coincidió en ambas temporadas con bajos niveles de capturas en trampas McPhail durante las cuatro semanas previas a cosecha (Fig. 39). Llamó la atención que fue en estos mismos cuadros donde durante el mes de febrero se dieron los mayores niveles de captura en trampas, cuando a la fruta le faltaban varios meses para madurar. Una hipótesis es que las moscas prefieran los montes cítricos para refugiarse del sol y el calor en verano y desde allí se muevan a los hospedantes con frutos susceptibles.

En el norte del país se observó que a fines de noviembre de 2014, cuando se instalaron las trampas, las capturas de *C. capitata* ya se encontraban altas y distribuidas en todo el predio. En este caso el incremento de la población de mosca se vio favorecida por que la fruta de los montes no se cosechó, quedando frutos susceptibles para ovipositar durante varios meses. Se observaron capturas muy altas asociadas a niveles de daño muy altos (Fig. 41). Esto refleja la importancia de no dejar fruta madura en las plantas, más aún en los períodos donde favorecida por la temperatura, la población tiende a incrementarse naturalmente.



Nectarino Lara: 27-11-14

Durazno Forastero: 9-11-14

Durazno E. Lady: 17-12-14



Pera Williams: 13-1-15

Pera Williams: 20-1-15

Manzano Red D. y Early Red One: 23-2-15



Durazno June Gold: 25-11-15

Nectarino Lara: 7-12-15

Nectarino Fantasía: 5-1-16



Durazno Dixiland: 14-1-16

Durazno Canario 18-2-16

Manzano Gala: 24-2-16



Manzano Red D. y Early Red One: 4/3/16
Pera Williams: 7-3-16

Capturas acumuladas durante los 28 días previos a la cosecha según variedad

- 0
- 1 a 23 (Menos de 1 MTD promedio/semana)
- 24 a 55 (1 a 2 MTD promedio por semana)
- Mas de 55 (2 o mas MTD promedio por semana)

Porcentaje de frutos dañados

- 0
- Hasta 2%
- Mas de 2 a 10%
- Mas de 10%

Figura 37. Capturas de *Ceratitis capitata* acumuladas en cada trampa McPhail durante los 28 días previos a la cosecha de cada variedad y porcentaje de frutos dañados en la semana previo a la cosecha en el Establecimiento de Las Brujas, Departamento de Canelones

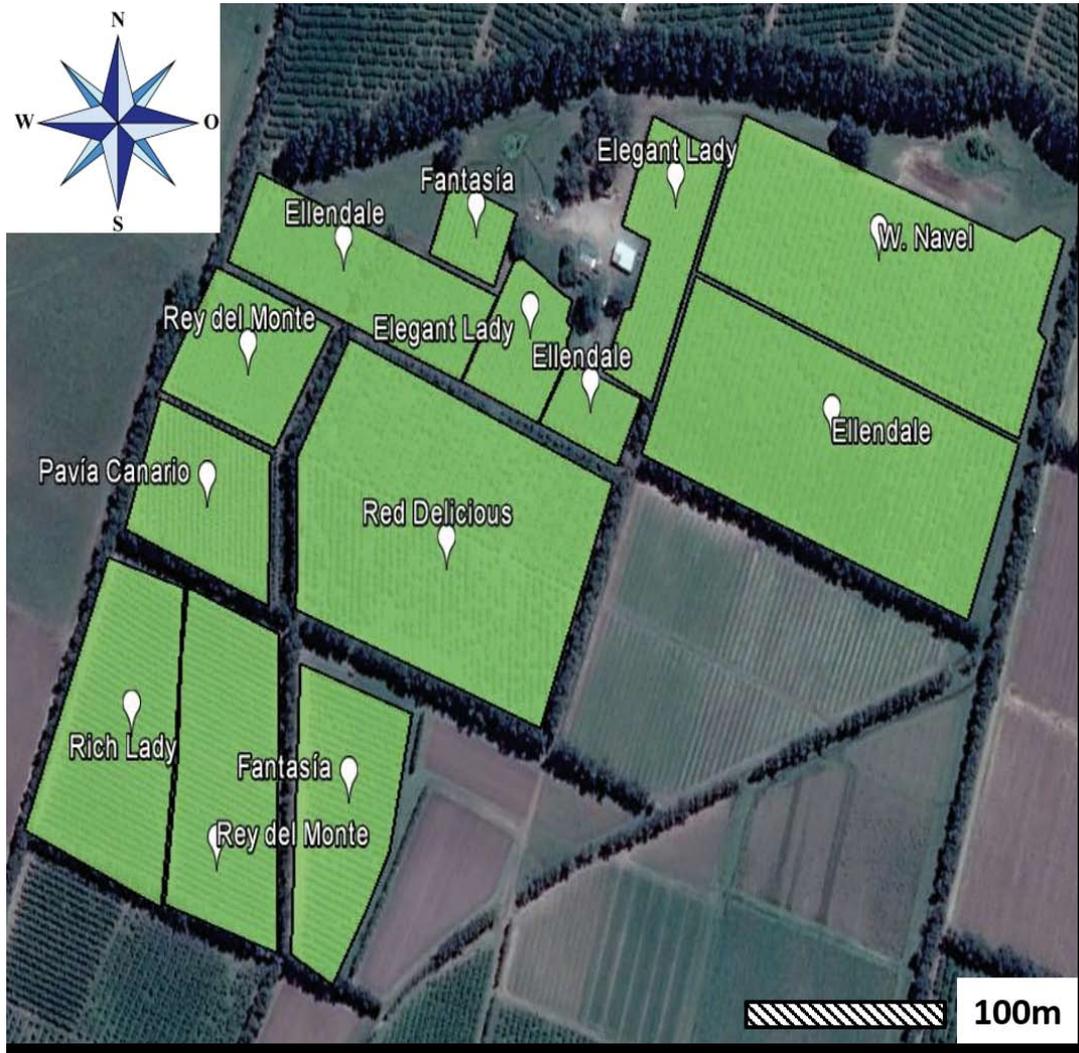


Figura 38. Distribución de las especies y variedades hospedantes en el establecimiento de Kiyú, Departamento de San José



Mandarina Ellendale y Naranja W. Navel: 20-07-15

Durazno Elegant Lady: 5-1-16

Durazno Rich Lady y nectarino Fantasía: 19-1-16



Durazno Rey del Monte: 4-2-16

Durazno Pavía Canario y manzana Red Delicious: 18-2-16

Naranja W. Navel: 24-5-16



Mandarina Ellendale: 26-6-16

Figura 39. Capturas de *Ceratitis capitata* acumuladas en cada trampa McPhail durante los 28 días previos a la cosecha de cada variedad y porcentaje de frutos dañados en la semana previo a la cosecha en el Establecimiento de Kiyú, Departamento de San José

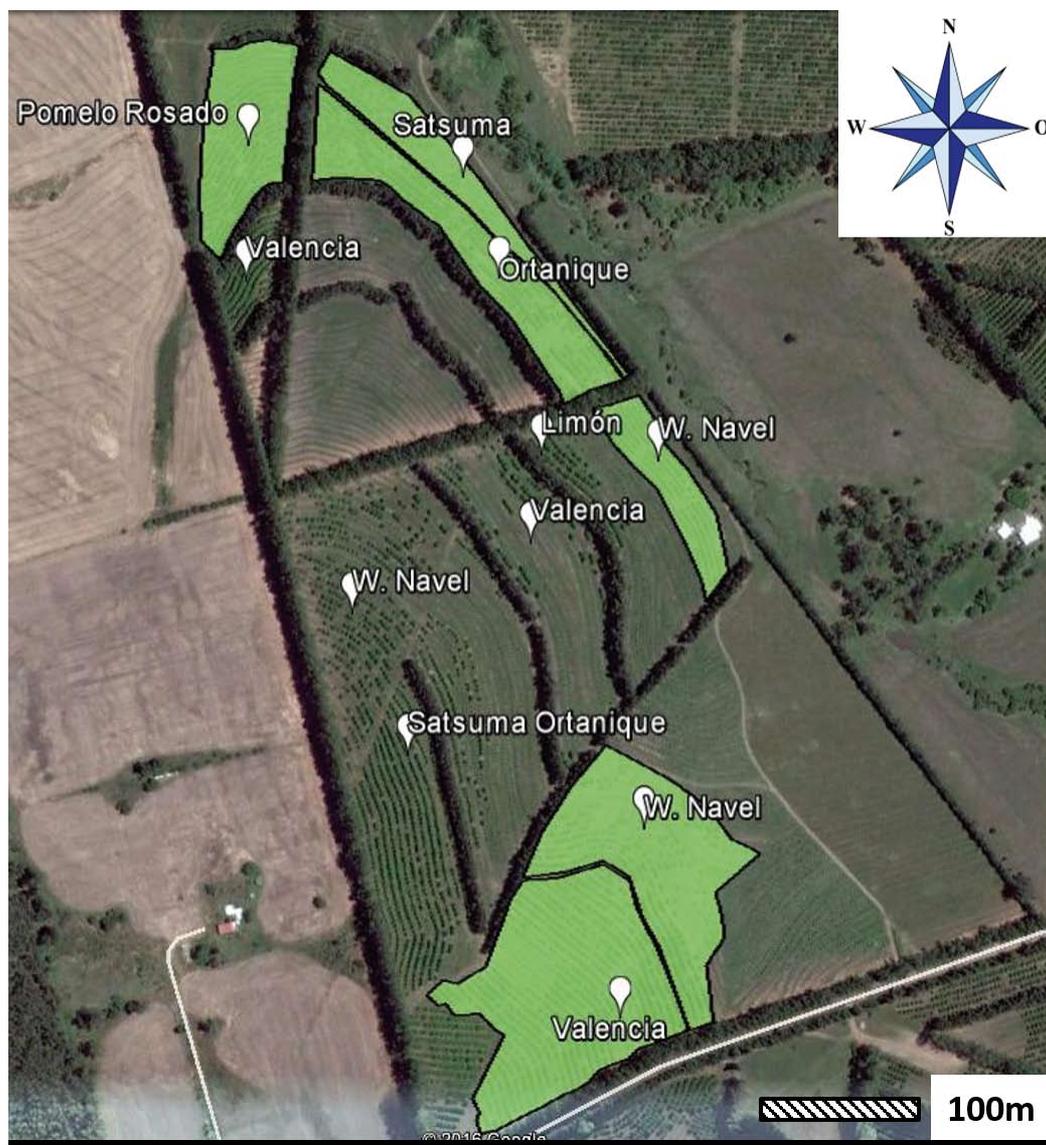


Figura 40. Distribución de las especies y variedades hospedantes en el establecimiento de Daymán, Departamento de Paysandú

En resumen, los mapas permiten visualizar la distribución espacio-temporal de las capturas y los daños en los diferentes hospedantes. Se puede observar además, como la población se inicia en pequeños focos que luego se

generalizan, intensificándose las capturas en determinados hospedantes. Los adultos parecen tener preferencia por permanecer en ciertos hospedantes independientemente de la disponibilidad de fruta susceptible.



Mandarina Ortanique y
Pomelo Rosado: 27-11-14

Naranja Valencia: 19-12-14

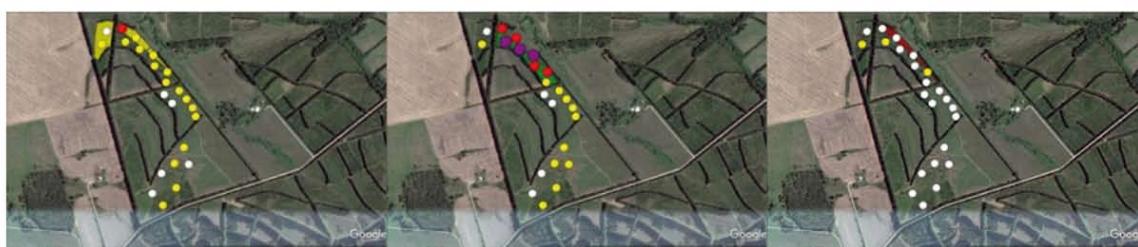
Naranja Valencia: 22-1-15



Mandarina Satsuma: 3-3-15

Pomelo Rosado: 28-5-2015

Naranja W. Navel: 12-6-15



Mandarina Satsuma y Pomelo
Rosado: 23-7-15

Mandarina Ortanique: 19-8-
2015

Mandarina Satsuma: 2-5-16



Naranja W. Navel: 12-6-16

Mandarina Ortanique: 23-8-16

Naranja Valencia: 11-10-16



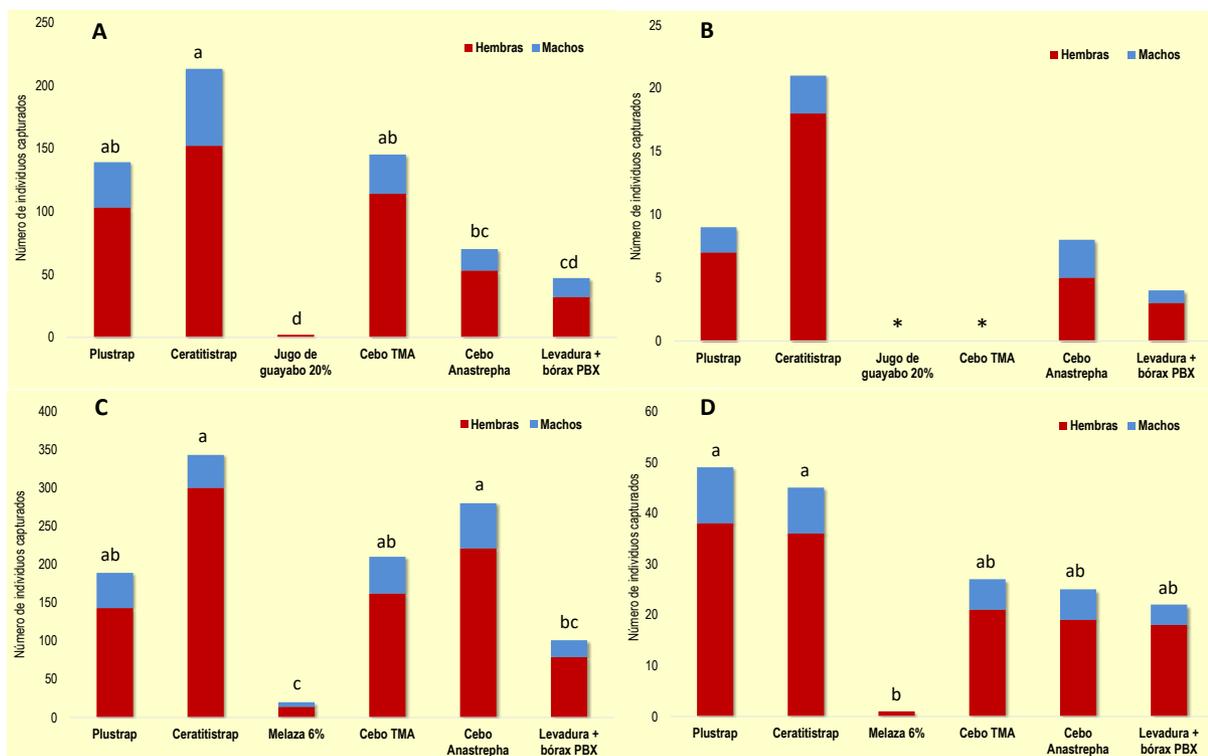
Figura 41. Capturas de *Ceratitis capitata* acumuladas en cada trampa McPhail durante los 28 días previos a la cosecha de cada variedad y porcentaje de frutos dañados en la semana previo a la cosecha en el Establecimiento de Daymán, Departamento de Paysandú

3.3.4. Eficacia de atrayentes alimenticios en la captura de *Anastrepha fraterculus* y *Ceratitis capitata*

En la figura 42 se presentan los resultados obtenidos en los tres ensayos de campo. En los durazneros 'Dixiland' se capturaron en total en las doce semanas de ensayo 652 tefrítidos, de los cuales 489 fueron hembras y 163 machos. En el ensayo de manzanos 'Fuji Kiku' las capturas totalizaron 1148 individuos, todos de *C. capitata*. En el caso de los mandarinos 'Satsuma Okitsu', solamente se capturaron 168 individuos de *C. capitata*. La temporada 2017 se caracterizó por la baja prevalencia de moscas de la fruta en el predio objeto de estudio.

En durazneros, no se observaron daños a frutos por *C. capitata* y la infestación promedio para *A. fraterculus* fue de 0,45 pupas por kilogramo.

En cambio en manzanas y mandarinas no se registraron infestaciones por moscas de la fruta. En todos los tratamientos las capturas de hembras fueron significativamente mayores a las de machos (X^2 , $p=0,05$). Solamente en el caso de los durazneros se detectó la presencia de *A. fraterculus* (Fig. 42B), pero a una densidad poblacional mucho menor que la de *C. capitata* (Fig. 42A). En este mismo cultivo tanto Plustrap®, Ceratitistrap® y el Cebo alimenticio TMA® resultaron muy eficientes capturando hembras de *C. capitata*, sin diferenciarse estadísticamente entre sí. El mismo escenario se observó en los manzanos, donde se suma además el Cebo alimenticio *Anastrepha*® (Fig. 42C). En la evaluación realizada en mandarinos 'Satsuma Okitsu' todos los atrayentes evaluados menos la melaza al 6% fueron efectivos capturando hembras de *C. capitata* (Fig. 42D)



Medias seguidas de la misma letra minúscula no difieren con un 5% de probabilidad por el Test de Tukey.

* Tratamientos con captura cero no se incluyeron en el análisis estadístico.

Figura 42. Número de tefrítidos capturados por tratamiento y por cultivo, A *Ceratitis capitata* y B *Anastrepha fraterculus* capturadas en durazneros "Dixiland"; C *Ceratitis capitata* capturadas en manzanos "Fuji Kiku"; D *Ceratitis capitata* capturadas en mandarinos "Satsuma Okitsu".

3.3.4.1. Proporción de hembras pre-reproductivas capturadas

Los resultados de la evaluación de 1476 hembras de *C. capitata* y 35 hembras de *A. fraterculus*, correspondientes a la totalidad de las hembras capturadas en trampas McPhail en la temporada, se presentan en la figura 43.

Todos los tratamientos evaluados fueron capaces de capturar hembras inmaduras sexualmente (sin presencia de huevos), en los tres cultivos. En durazneros se observó que los tratamientos Plustrap®, Ceratitistrap®, Cebo alimenticio TMA®, Cebo alimenticio *Anastrepha*® y levadura + bórax

PBX® capturaron significativamente más hembras inmaduras de *C. capitata* ($X^2, p=0,01$), mientras que en el jugo de guayabo al 20% esta diferencia no fue significativa. Para el caso de *A. fraterculus* en el mismo cultivo, todas las hembras capturadas con los atrayentes Plustrap® y Ceratitistrap® eran inmaduras sexualmente. En el caso de los manzanos, todos los tratamientos menos la melaza al 6% capturaron significativamente más hembras inmaduras de *C. capitata* ($X^2, p=0,01$). En mandarinos los tratamientos Plustrap® y Ceratitistrap® también lograron capturar significativamente más hembras inmaduras de *C. capitata* ($X^2, p=0,01$), pero para el resto de los tratamientos evaluados la prueba no fue significativa.

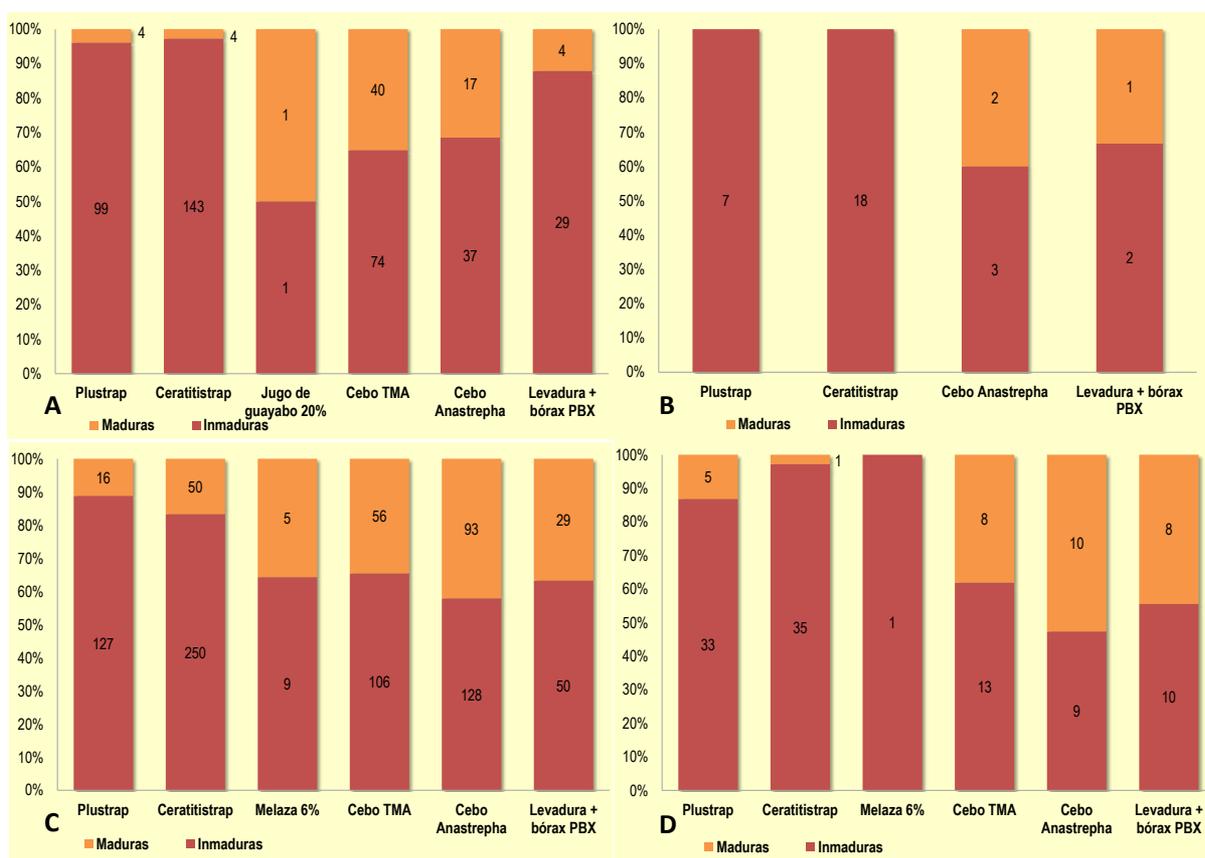


Figura 43. Proporción de hembras maduras e inmaduras sexualmente capturadas en trampas McPhail cebadas con diferentes atrayentes alimenticios, A *Ceratitis capitata* y B *Anastrepha fraterculus* capturadas en durazneros “Dixiland”; C *Ceratitis capitata* capturadas en manzanos “Fuji Kiku”; D *Ceratitis capitata* capturadas en mandarinos “Satsuma Okitsu”.

3.3.4.2. Impacto de los atrayentes sobre la entomofauna benéfica

A partir del procesamiento en laboratorio de las 864 muestras obtenidas a campo se definieron tres categorías de artrópodos presentes en cada muestra, siendo éstas “Tefrítidos”, “Benéficos” y “Otros”. En la primer categoría se encuentran los machos y hembras capturados de *C. capitata* y *A. fraterculus*. En la categoría “Benéficos” se incluyen las Familias Syrphidae, Tachinidae, Coccinelidae, Chrysopidae, Hemerobiidae, Apidae, Braconidae, Pteromalidae e Ichneumonidae. En la última categoría se encuentran todos aquellos insectos que no se consideraron de importancia directa para el agroecosistema frutícola por no tener hábitos polinizadores, depredadores o parasitoides. En la figura 44 se presenta la composición de las

capturas de cada atrayente evaluado para cada cultivo.

Los atrayentes alimenticios que resultaron más efectivos en la captura de tefrítidos no capturaron polinizadores y entomófagos en forma significativa como para impactar negativamente sobre la entomofauna benéfica.

A modo de conclusión podemos decir que los atrayentes alimenticios disponibles comercialmente en Uruguay para utilizar en trapeo masivo resultan muy eficaces en la captura de hembras de *C. capitata* y *A. fraterculus*, particularmente de hembras jóvenes en etapas previas a la oviposición y así prevenir los daños en frutos. Además, esos atrayentes resultaron muy selectivos, minimizando las capturas de artrópodos benéficos como predadores, parasitoides y polinizadores.

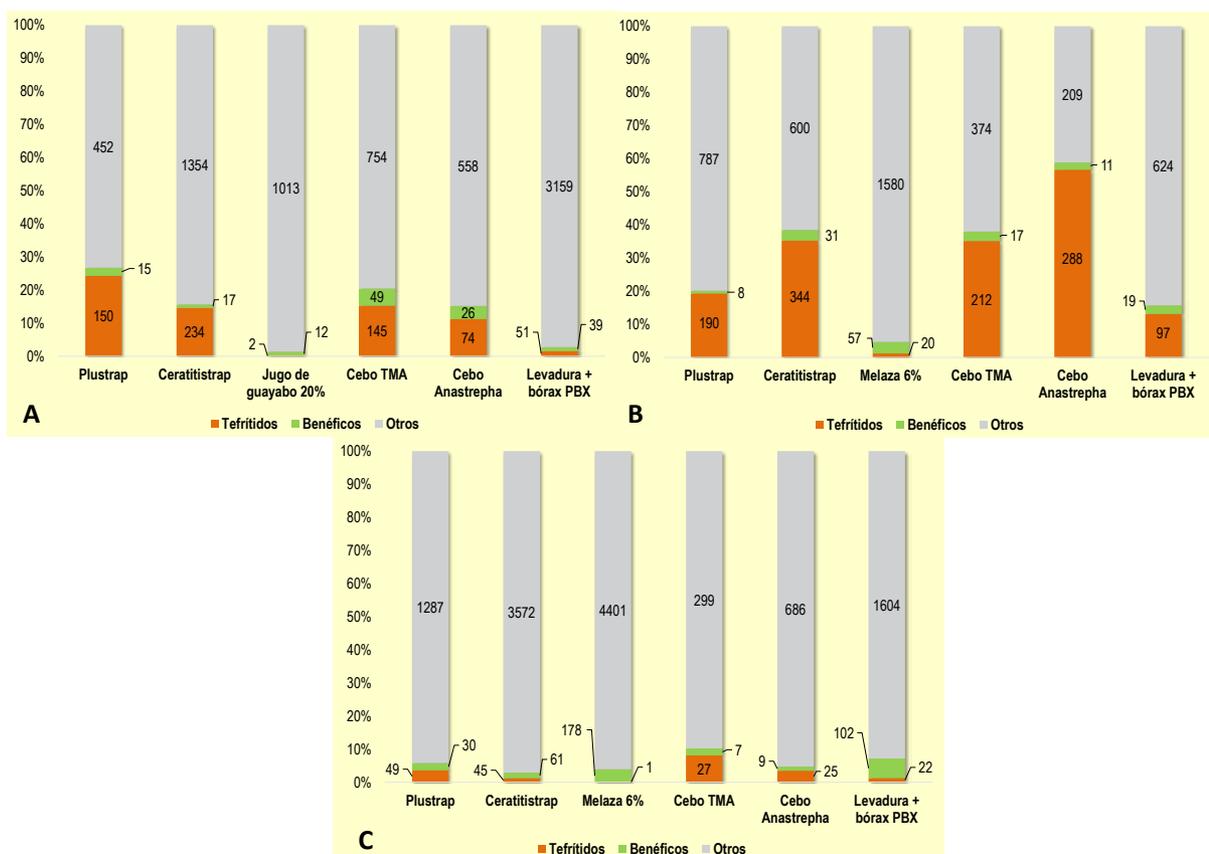


Figura 44. Proporción de las capturas de tefrítidos, insectos benéficos y otros grupos, obtenidas en trampas McPhail cebadas con diferentes atrayentes alimenticios expresadas como porcentaje del total de artrópodos capturados en A durazneros “Dixiland”, B manzanos “Fuji Kiku”, C mandarinos “Satsuma Okitsu”.

3.4. Consideraciones finales y recomendaciones

Las especies de mosca de la fruta de importancia económica que se registran en nuestro país son *Anastrepha fraterculus* y *Ceratitis capitata*. Ambas polífagas que atacan varios frutales cultivados y silvestres. *C. capitata* es la especie más abundante y presenta un rango de hospedantes comerciales más amplio que *A. fraterculus*. Al considerar los hospedantes tanto cultivados como silvestres se ve que ambas especies disponen de alimento para desarrollarse de forma ininterrumpida a lo largo del año. *A. sellowiana*, un frutal nativo con gran interés para su desarrollo comercial, presenta una alta infestación de ambas especies, siendo colonizado por *C. capitata* más tardíamente, luego que los frutos de hoja caduca fueron cosechados.

Por otro lado, se observó que *C. capitata* se desarrolla mejor en áreas perturbadas, lo que explicaría su abundancia en cultivos comerciales. *A. fraterculus* en cambio, prefiere especies nativas y se encuentra con mayor frecuencia en áreas con escasa intervención antrópica. El control natural por medio de enemigos naturales ha sido muy bajo, encontrándose únicamente parasitoides de *A. fraterculus* en áreas silvestres, donde no hay producción comercial.

Los estudios de fluctuación de poblaciones a partir de los datos registrados en trampas McPhail revelan también una mayor abundancia de *C. capitata* frente a *A. fraterculus*. Las trampas McPhail fueron útiles para indicar los picos poblacionales de ambas especies, capturan mayoritariamente hembras y son tan efectivas como las trampas Jackson cebadas con paraferomona para indicar los picos poblacionales de *C. capitata*.

Los vuelos de ambas especies se anticipan unos dos meses en el norte del país con respecto al sur, *A. fraterculus* se da con mayor frecuencia en primavera-verano y *C. capitata* en verano-otoño. Cuando se comparan las fluctuaciones de poblaciones de ambos tefrítidos en un mismo sitio se observa que la abundancia de la mosca sudamericana es mayor en primavera y tiende a descender en verano cuando aumentan las poblaciones de la mosca del Mediterráneo, por otra parte ésta no interrumpió sus vuelos en los meses de invierno en el norte y si lo hizo en el sur aún en presencia de hospedantes apropiados.

Cuando se analizan las condiciones climáticas que precedieron a cada uno de los momentos de aparición de las moscas, se encuentran dos parámetros que podrían estar explicando su abundancia, las temperaturas y las precipitaciones.

Las temperaturas medias permitieron explicar el número de generaciones por año para cada zona a través del cálculo de Grados-día así como las diferencias en los momentos de aparición de estas especies entre sitios. Las temperaturas mínimas promedio registradas en los meses de invierno permitieron que los vuelos no se interrumpieran en el norte y si en el sur, pero en ambas zonas la rigurosidad del invierno afecta el momento de aparición de los tefrítidos, así como su abundancia en la primavera siguiente en diferentes años. Inviernos más fríos, caracterizados por un mayor número de días por debajo del umbral de desarrollo de estos insectos o con muchos días con temperaturas por debajo de cero grado o con heladas retrasaron la aparición de los tefrítidos en primavera, especialmente *C. capitata*.

Así como las bajas temperaturas pueden considerarse un factor de mortalidad para estos insectos que no presentan diapausa invernal, las precipitaciones copiosas y especialmente la acumulación de agua en el suelo suelen ser letales para muchos insectos, como los que aquí nos ocupan, que desarrollan parte de su ciclo en este sitio.

La información climática de las diferentes zonas es fácil de obtener y su monitoreo permitiría pronosticar si se está ante una situación favorable para el desarrollo de las moscas de la fruta.

Los mayores índices de infestación, tanto en incidencia como en severidad, en frutales de hoja caduca se dieron en perales, seguidos de durazneros y nectarinos y por último en manzanos. Si bien se capturaron ambas especies de Tephritidae en Daymán y Las Brujas, solo en este último sitio ambas se encontraron dañando fruta. En cítricos tanto en el norte como en el sur la incidencia varió en función de la fecha de cosecha de las especies, siendo los de cosecha invernal los que presentaron menos daños. En cambio, los cultivares que se cosechan a fines del verano y en otoño y en aquellas parcelas donde se dejó fruta en las plantas hasta ya muy entrada la primavera, fueron altamente susceptibles al ataque de mosca.

Las capturas en trampas cebadas con proteína hidrolizada y trimedlure no alertaron de la presencia de moscas en los frutales de hoja caduca a los efectos de adoptar medidas de control. Cuando se detectaron los primeros adultos ya se observaban larvas en los frutos, por el contrario las capturas fueron elevadas luego de la cosecha. La escasa relación entre las capturas y los daños observados en frutos también pudo constatararse a través de la integración de esta información en los SIG para cada establecimiento. De esta forma se pudo observar cómo la población de moscas se inicia en pequeños focos que luego se generalizan, intensificándose las capturas en determinados hospedantes, por los que parecen tener preferencia, independientemente de la disponibilidad de fruta susceptible. La permanencia de la plaga en algunos cultivos luego de cosechados sirve como refugio y son fuente de infestación para los montes vecinos. Es importante que la cosecha se realice en el momento de maduración óptima, evitando dejar frutos sobremaduros en la planta los cuales pueden ser sustrato para el desarrollo de estos tefrítidos. Además, retirar toda la fruta del monte y no dejar frutos caídos es fundamental, ya que se observó una alta infestación en los frutos colectados en el suelo. Estos deben ser descartados para evitar que las larvas completen el desarrollo, compostándolos o enterrándolos en profundidad.

Cuando quedan remanentes de frutos en montes ya cosechados, las hembras llegan fecundadas al cultivo objetivo desde esos hospedantes y no son atraídas por las trampas (alimenticias, paraferomona). Esto implica que el monitoreo debe tener en cuenta la globalidad del predio y no únicamente aquellos montes con frutos susceptibles. Por otra parte, los cebos que se están utilizando para monitoreo podrían no ser capaces de detectar a las moscas cuando éstas se encuentran en bajas poblaciones, lo que se da con mucha frecuencia en primavera coincidiendo con la maduración de los frutos de carozo. Por esta razón, se planteó la evaluación de otros atrayentes y se sugiere que al inicio de la temporada el monitoreo con trampas sea complementado con monitoreo temprano de frutos en las especies susceptibles.

En cuanto a la eficiencia de los atrayentes alimenticios evaluados, se observó que en todos los tratamientos las capturas de hembras fueron significativamente mayores a las de machos, lo que constituye la base de una estrategia de trapeo masivo efectiva. Tanto Plustrap® como Ceratitistrap® fueron muy eficaces capturando hembras de *C. capitata* y *A. fraterculus* en los tres cultivos frutícolas. Se destaca además que las hembras capturadas fueron mayoritariamente jóvenes, en etapa pre-reproductiva, lo que se constató por la ausencia de huevos en los ovarios. Se trata de una característica muy deseable para un atrayente, ya que aumenta la eficiencia del manejo de la plaga al capturar a las hembras antes que comiencen a oviponer en la fruta.

Los atrayentes alimenticios comerciales más efectivos presentaron una baja atracción a polinizadores y entomófagos. Este es un resultado muy positivo dado que en una estrategia de trapeo masivo se utilizan entre 50 y 120 trampas por hectárea (dependiendo de la marca comercial y el cultivo), por lo que si el cebo capturara artrópodos benéficos causaría desequilibrios importantes en el agroecosistema. Los atrayentes más eficientes en la captura de tefrítidos (Plustrap®, Ceratitistrap®, Cebo alimenticio TMA® y Cebo alimenticio *Anastrepha*®) fueron a su vez los más selectivos, y no se detectaron diferencias entre tratamientos respecto a las capturas de enemigos naturales.

Estos atrayentes se podrían utilizar también para monitoreo, ya que para nuestras condiciones han demostrado ser más eficaces que los atrayentes convencionales. Por otro lado es relevante considerar el efecto negativo de los atrayentes poco específicos (como la levadura + bórax PBX®, el jugo de guayabo al 20% y la melaza al 6%) sobre la calidad del monitoreo en trampas. No solo muestran una menor especificidad, capturando una cantidad de otros insectos, sino que generan trampas “sucias” donde es mucho más difícil observar los tefrítidos. Este aspecto operativo resulta particularmente importante cuando los productores son los que revisan las trampas y utilizan esa información para tomar decisiones de manejo en el establecimiento.

4. AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a todas aquellas personas que hicieron posible y facilitaron nuestro trabajo, especialmente:

- A María Eugenia Lorenzo, Virginia Pereira das Neves, Carmen Estelda, María de los Ángeles Pereira, María Paula Caraballo, Emily Silva Araujo y Daniele Schlesener por su colaboración en las colectas a campo
- A Andrea Listre por la síntesis de los hospedantes de moscas de la fruta analizados por el Área de Entomología de los Laboratorios Biológicos de la DGSA MGAP
- A Flavio R. M. García María Teresa Vera y Gabriela Asplanato por sus aportes en las diferentes etapas de los proyectos
- A Alejandra Borges por su asesoramiento permanente en los diseños de experimentos y análisis estadísticos
- A los productores frutícolas, sus asesores técnicos y al personal de los establecimientos que siempre estuvieron a las órdenes para facilitarnos todo lo que necesitáramos
- A los colegas y funcionarios de las Estaciones Experimentales de INIA en Las Brujas y Salto Grande, y a los de la Estación Experimental de Facultad de Agronomía en Salto (EEFAS) por permitirnos disponer de sus instalaciones y coleccionar frutos en sus cultivos
- A la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII) y al Fondo de Promoción de Tecnología Agropecuaria (FPTA) del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) por la financiación de las investigaciones
- A CAPES-UdeLaR y a la Comisión Académica de Posgrados de la Universidad de la República por las Becas de posgrado otorgadas
- A la Unidad de Proyectos de INIA y a la Fundación Dr. Eduardo Acevedo por facilitarnos todo lo relativo a la ejecución y administración financiera del FPTA
- Finalmente, al Comité Técnico Asesor de INIA que realizó la evaluación y seguimiento de este proyecto, por su comprensión, evaluaciones positivas y permanente estímulo a continuar con los trabajos

5. BIBLIOGRAFÍA

- Almeida J. E. M., Filho A. B., Oliveira F. C., Raga A.** 2007. Pathogenicity of the entomopathogenic fungi and nematode on medfly *Ceratitidis capitata* (Wied.) (Diptera: Tephritidae). BioAssay, [online] URL: <http://www.bioassay.org.br/articles/2.7>.
- Aluja M., Mangan R.** 2008. Fruit fly (Diptera: Tephritidae) host status determination: critical conceptual, methodological and regulatory considerations. Annual Review of Entomology 53: 473-502.
- Araújo E., Zucchi R.** 2003. Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em goiaba (*Psidium guajava* L.), em Mossoró, RN. Arquivos do Instituto Biológico de São Paulo 70(1):73-77
- Arce de Hamity M.G.** 1989. Morfología de los estados inmaduros y aspectos biológicos de *Pterotaenia fasciata* (Wiedemann) (Diptera: Otitidae). Revista de la Sociedad Entomológica Argentina 45: 243-251.
- Bentancourt C.M., Scatoni I.B.** 2010. Guía de insectos y ácaros de importancia agrícola y forestal en el Uruguay. Montevideo, Facultad de Agronomía, 582 p.
- Bentancourt C.M., Scatoni I.B., Morelli E.** 2009. Insectos del Uruguay. Montevideo, Facultad de Agronomía- Facultad de Ciencias, 658 p.
- Bento F.** 2008. Influência da umidade em quatro tipos do solo no desenvolvimento pupal de *Ceratitidis capitata* (Wiedeman, 1824), *Anastrepha fraterculus* (Wiedeman, 1830), do parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmed, 1905) e de *Gymnandrosoma aurantianum* Lima, 1927. Tesis. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, Brasil
- Bertolaccini I., Bouzo C., Larsen N., Favaro J.C.** 2010. Especies del género *Euxesta* (Diptera: Ulidiidae = Otitidae) plagas de maíces dulces Bt en la provincia de Santa Fe, Argentina. Rev. Soc. Entomol. Argent. 69 (1-2): 123-126.
- Bortoli L., Machota Jr R., Garcia F.R.M., Botton M.** 2016. Evaluation of food lures for fruit flies (Diptera: Tephritidae) captured in a citrus orchard of the Serra Gaúcha. Florida Entomologist 99: 381-384.

- Buenahora J., Otero A.** 2012. Experiencias de trapeo masivo de Mosca de las frutas (Diptera: Tephritidae). In: Rubio L., Pérez E., Buenahora J., Otero A. Resultados de avances en investigación en protección vegetal cítrica. Salto (Uruguay), p.15-25 (INIA Serie Actividades de Difusión 688).
- Buenahora J., Otero A.** 2013a. Eficiencia de distintos tipos de trampas utilizadas en el trapeo masivo de Mosca de las frutas en Uruguay (Diptera: Tephritidae): 2do año de evaluación. In: Avances de investigación en protección vegetal cítrica. Salto (Uruguay), p. 13-23 (INIA Serie Actividades de Difusión 716).
- Buenahora J., Otero A.** 2013b. Comparación de dos densidades por ha de la trampa Susbin convencional y la trampa M3. In: Avances de investigación en protección vegetal cítrica. Salto (Uruguay), p. 24-28 (INIA Serie Actividades de Difusión 716).
- Buenahora J., Otero A.** 2014a. Eficiencia de distintos tipos de trampas utilizadas en el trapeo masivo de Mosca de las frutas en Uruguay (Diptera: Tephritidae). 3er año de evaluación. In: Avances de investigación en protección vegetal cítrica. Salto (Uruguay), p. 8 (INIA Serie Actividades de Difusión 736).
- Buenahora J., Otero A.** 2014b. Comparación de dos densidades por ha de la trampa Susbin y la nueva trampa Ceratrap. In: INIA Salto Grande; Programa Nacional Producción Cítrica. Avances de investigación en protección vegetal cítrica. Salto (Uruguay), p. 9-15 (INIA Serie Actividades de Difusión 736).
- Calvo M.V.** 2009. Vigilancia moscas de la fruta en cultivo de arándanos. Programa de competitividad de conglomerados y cadena productiva. Apertura y Mantenimiento de Acceso a Mercados. Informe de avance.
- Calvo M.V., Delgado S., Scatoni I., García F.M.R.** 2017. First Report of *Neosilba pradoi* and *Dasiops frieseni* (Diptera: Lonchaeidae) in Cultivated and Wild Hosts in Uruguay Florida Entomologist 100(4):831-832
- Canal N. A., Zucchi R. A.** 2000. Parasitóides - Braconidae. p.119-126. In: Malvasi, A., R. A. Zucchi (Ed.). Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto, Holos Editora.
- Cohen Y., Cohen A., Hetzroni A., Alchanatis V., Broday D., Gazitc Y., Timar D.** 2008. Spatial decision support system for medfly control in citrus. Computers Electronics in Agriculture 62 (2): 107-117.
- Dallwitz M.J., Paine T.A., Zurcher E.J.** 1993. User's guide to the DELTA system: a general system for processing taxonomic descriptions. Canberra, ACT: CSIRO Division of Entomology.
- Dias N., Garcia F.R.M.** 2014. Fundamentos da técnica do inseto estéril (TIE) para o controle de Moscas das frutas (Diptera, Tephritidae). O Biológico 76:58-62.
- Del Pino A.A., Garrido A.** 1996. Evaluación de puesta de *Ceratitis capitata* Wied., con temperaturas variables en campo y constantes en laboratorio. Boletín de Sanidad Vegetal Plagas, 22 (2): 401-410.
- Dominiak B., Ekman J., Broughton S.** 2016. Mass trapping and other management option for mediterranean fruit fly and Queensland fruit fly in Australia. Journal of the Entomological Society of New South Wales 44: 1-8.
- Ekesi S., Maniania N.K., Lux S.A.** 2003. Effect of soil temperature and moisture on survival and infectivity of *Metarhizium anisopliae* to four tephritid fruit fly puparia. Journal of Invertebrate Pathology 83: 157-167.
- Ekesi S., Maniania N.K., Mohamed S.A., Lux S.A.** 2005. Effect of soil application of *Metarhizium anisopliae* on African tephritid fruit flies and their associated endoparasitoids. Biological Control 35(1): 83-91
- Falcó-Gari J.V., Verdú M.J., Bolinches J.V.** 2010. Valoración cuantitativa y cualitativa de parasitoides en capturas por trapeo masivo de *Ceratitis capitata*. Phytoma España 221: 18-26.
- Falcó-Gari J.V., Verdú M.J., Bolinches J.V., Cuenca F., Alfaro F.** 2006. Incidencia del trapeo masivo de *Ceratitis capitata* sobre *Cryptolaemus montrouzieri* y otros depredadores y parasitoides en una parcela de Navelina en cultivo ecológico. Levante Agrícola 390: 152-157.

- FAO.** 1989. Avances en las investigaciones sobre moscas de las frutas en el litoral del Rio Uruguay. Uruguay, Ministério de Ganaderia, Agricultura y Pesca, 15p.
- FAO.** 2018. Normas internacionales para medidas fitosanitarias NIMF 5, Glosario de términos fitosanitarios. Roma, Convención Internacional de Protección Fitosanitaria. 36 p.
- FAO/IAEA.** 2003. Trapping guidelines for area-wide fruit fly programmes international atomic energy agency. Vienna. 48p
- FAO/IAEA.** 2005. Environmental benefits of medfly sterile insect technique in Madeira and their inclusion in a cost–benefit analysis. IAEA-TECDOC-1475. Vienna: International Atomic Energy Agency.
- FAO/IAEA.** 2018. Trapping guidelines for area-wide fruit fly programmes, 2ed. Rome, Italy. 65 p.
- FAO/IAEA/USDA.** 2014. Product Quality Control for Sterile Mass-Reared and Released Tephritid Fruit Flies, Version 6.0. Vienna: International Atomic Energy Agency.
- FAO-IPPC.** 2016. International standards for Phytosanitary measures. Glossary of phytosanitary terms. Roma: Food and Agriculture Organization.
- Figuroa I., Bautista V., Larsson S., Walter A., Ortuño N., Tasin M., Dekker T.** 2018. Potential of locally sustainable food baits and traps against the Mediterranean fruit fly *Ceratitidis capitata* in Bolivia. Pest Management Science <https://doi.org/10.1002/ps.5286>
- Foote, R. H.** 1980. Fruit fly genera south of the United States (Diptera: Tephritidae). Washington D.C., Science Education Administration, 79p.
- García Cancino M.D.** 2012. Control de calidad del parasitoide de *Anastrepha* spp.: *Utetes anastrephae* Viereck (Hymenoptera: Braconidae) en Metapa, Chiapas. Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad Autónoma de Chapingo, 66 p. Disponible en <http://www.programamoscamed.mx/EIS/biblioteca/libros/tesis/Garcia%20Cancino,%20M.D.%202012%20.pdf>
- Garcia F.R.M., Corseuil E.** 1998. Flutuação populacional de *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann) e *Ceratitidis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) em pomares de pessegueiro em Porto Alegre, Rio Grande do Sul. Revista Brasileira de Zoolologia 15 (1): 153-158.
- Garcia F.R.M., Corseuil E.** 2004a. Lista documentada das moscas-das-frutas (Diptera, Tephritidae) do Rio Grande do Sul, Brasil. Acta Ambiental Catarinense 3 (1): 23-32.
- Garcia F.R.M., Corseuil E.** 2004b. Native hymenopteran parasitoids associated with fruit flies (Díptera: Tephritoidea) in Santa Catarina state, Brazil. Florida Entomologist, 87 (4): 517-521.
- Garcia F.R.M., Norrbom A.L.** 2011. Tephritoid flies (Diptera, Tephritoidea) and their plant hosts from the state of Santa Catarina in southern Brazil. Florida Entomologist 94 (2): 151-157.
- Gattelli T., Da Silva F., Meirelles R., Rodrigues L., Dal Soglio F.** 2008. Moscas frugívoras associadas a mirtáceas e laranjeira “Céu” na região do Vale do Rio Caí, Rio Grande do Sul, Brasil. Ciência Rural.38(1): 236-239.
- Guimarães J. A., Diaz N. B, Zucchi R.A.** 2000. Parasitóides Figitidae. p.127-134. In: Malavasi, A, Zucchi, R.A. (ed.). Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto, Holos.
- Headrick D.H., Goeden R.D.** 1996. Commentary: issues concerning the eradication or establishment and biological control of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitidis capitata* (Wiedemeann) (Diptera: Tephritidae), in California. Biol. Control 6: 412Ð 421.
- Hendrichs J., Katsoyannos B.I., Papaj D.R., Prokopy R.J.** 1991. Sex differences in movement between natural feeding and mating sites and tradeoffs between food consumption, mating success and predator evasion in Mediterranean fruit flies (Diptera:Tephritidae). Oecologia 86: 223-231.
- Hernández-Ortiz V, Bartolucci F.A., Morales-Valles P., Frías D., Selivon D.** 2012. Cryptic species of the *Anastrepha fraterculus* complex (Diptera: Tephritidae): a multivariate approach for the recognition of South American morphotypes. Annals of the Entomological Society of America 105: 305–318.

- Hodson A.C.** 1948. Further studies on lures attractive to the apple maggot. *Journal of Economic Entomology* 41: 61–68.
- Laborda R., Santaballa E., García-Marí F.** 1990. Evolución y desarrollo de la mosca de la fruta *Ceratitis capitata* Wied. sobre limones españoles. *Boletín de Sanidad Vegetal Plagas* 16(3): 611-616.
- Malavasi A., Zucchi R.A.** 2000. Moscas-das-frutas de importancia economica no Brasil. *Conhecimento basico e aplicado*. Riberão Preto, Holos. 327 p.
- Malavasi A., Morgante J.** 1981. Adult and larval population fluctuation of *Anastrepha fraterculus* and its relationship to host availability. *Environmental Entomology* 10(3): 275-278.
- Manchacoses, E.** 2009. Propuesta de plan estratégico citrícola para Uruguay. *Pacpymes Asistencia Técnica Internacional. Cluster Citrícola. Informe Final*. 37p.
- Martínez A., Godoy F.** 1986. Influencia de los factores meteorológicos sobre la fluctuación poblacional de *Anastrepha obliqua* Macquart (Diptera: Tephritidae) en mango. *Agronomía Tropical (Venezuela)* 36: 55-65.
- Martínez A., Godoy F.** 1987. Distanciamiento entre trampas McPhail en la captura de adultos de *Anastrepha* sp. (Diptera: Tephritidae). *Agronomía Tropical* 37: 121-124.
- MGAP. DGSA** (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Dirección General de Servicios Agrícolas, UY). 2013. Información requerida para el análisis de riesgo de plagas (ARP) para el ingreso de fruta fresca de cítricos procedente de Uruguay. 31p
- MGAP. DGSA** (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Dirección General de Servicios Agrícolas, UY). 2017a. Sistema de certificación fitosanitaria de frutas cítricas de exportación (Revisión 1.4). 38 p (Disponible en <http://www.mgap.gub.uy/fito2/>)
- MGAP. DGSA** (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Dirección General de Servicios Agrícolas, UY). 2017b. Sistema de certificación de fruta cítrica anexos 1 y 2. Montevideo. 17 p. (Disponible en <http://www.mgap.gub.uy/fito2/>)
- MGAP. DGSA** (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Dirección General de Servicios Agrícolas, UY). 2017c. Sistema de certificación de fruta cítrica anexos 4 y 5. Montevideo. 76 p. (Disponible en <http://www.mgap.gub.uy/fito2/>).
- MGAP. DIEA** (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Dirección de Estadísticas Agropecuarias, UY). 2015. Anuario estadístico agropecuario. 215 p.
- Nascimento A.S., Carvalho R.S., Malavasi A.** 2000. Monitoramento populacional, pp.109–112 In Malavasi A., Zucchi R.A. [eds.], *Moscas-das-frutas de Importância Econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado*. Ribeirão Preto, Holos, Brazil.
- Navarro-Llopis V., Alfaro F., Domínguez J., Sanchis J., Primo J.** 2008. Evaluation of traps and lures for mass trapping of Mediterranean fruit fly in citrus groves. *Journal of Economic Entomology* 101, 126–131.
- Norrbom A.L.** 2004a. Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) Species Database. <http://www.barc.usda.gov:591/diptera/Tephritidae/TephName/search>.
- Norrbom A.L.** 2004b. Host plant database for *Anastrepha* and *Toxotrypana* (Diptera: Tephritidae: Toxotrypanini). Diptera Data Dissemination Disk (CD-ROM) 2.
- Norrbom A.L., Korytkowski C.A., Zucchi R.A., Uramoto K., Venable G.L., McCormick J., Dallwitz M.J.** 2012. *Anastrepha* and *Toxotrypana*: descriptions, illustrations, and interactive keys. Version: 31st Aug 2012. <http://delta-intkey.com>
- Oroño L., Albornoz-Medina P., Núñez-Campero S., Van Nieuwenhove G., Bezdjian L., Martín C., Schliserman P., Ovruski S.** 2006. Update of host plant list of *Anastrepha fraterculus* y *Ceratitis capitata* in Argentina, pp 207-225 In 'Proceedings of the 7th International Symposium on Fruit Flies of Economic Importance' 10-15 September 2006, Salvador, Brazil.
- Otero A., Buenahora J.** 2014. Exploración de la efectividad de dos densidades de la Trampa Susbin líquida (Plus Trap) y de la trampa M3. In: *Avances de investigación en protección vegetal citrícola*. Salto (Uruguay), p. 16-19 (INIA Serie Actividades de Difusión 736).

- Ovruski S.M., Schliserman P., Aluja M.** 2003. Native and introduced host plants of *Anastrepha fraterculus* and *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) in Northwestern Argentina. *Journal of Economic Entomology* 96: 1108-1118.
- Ovruski S.M., Schliserman P.** 2012. Biological Control of Tephritid Fruit Flies in Argentina: Historical Review, Current Status, and Future Trends for Developing a Parasitoid Mass-Release Program. *Insects* 3: 870-888.
- Ovruski S., Aluja M., Sivinski J., Warton R.** 2000. Hymenopteran parasitoids on fruit-infesting Tephritidae (Diptera) in Latin America and the southern United States: Diversity, distribution, taxonomic status and their use in fruit fly biological control. *Integrated Pest Management Reviews* 5: 81-107.
- Ovruski S., Schliserman P., Aluja M.** 2004. Indigenous parasitoids (Hymenoptera) attacking *Anastrepha fraterculus* and *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) in native and exotic host plants in Northwestern Argentina. *Biological Control* 29: 43-57.
- Papadopoulos N., Katsoyannos B., Carey J., Kouloussis, N.** 2001a. Seasonal and annual occurrence of the mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) in northern Greece. *Annals of the Entomological Society of America* 94: 41-50.
- Papadopoulos N., Katsoyannos B., Kouloussis N., Hendrichs J., Carey J., Heath, R.** 2001b. Early detection and population monitoring of *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) in a Mixed-Fruit Orchard in Northern Greece. *Journal of Economic Entomology* 94(4): 971-978
- Porras L., Lecuona, R.** 2008. Estudios de laboratorio para el control de *Ceratitis capitata* (Wiedmann) (Diptera: Tephritidae) (mosca del Mediterráneo) con *Beauveria bassiana*. *Agronomía Costarricense* 32(2): 119-128.
- Quesada-Moraga E., Ruiz-García A., Santiago-Álvarez C.** 2006. Laboratory evaluation of entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* against puparia and adults of *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). *Journal of Economic Entomology* 99(6): 1955-1966.
- Raga A., Vieira S.M.J.** 2015. Attractiveness of corn steep liquor plus borax to fruit fly (Diptera: Tephritidae) under field cages. *Arquivos do Instituto Biológico*, 82.
- Ros J., Castillo E.** 1994. Valoración de diferentes mosqueros para el control de la mosca de las frutas *Ceratitis capitata* Wied. *Boletín Sanidad Vegetal Plagas*, 20(3): 785- 791.
- Ruffinelli A., Carbonell C.** 1954. Segunda lista de insectos y otros artropodos de importancia económica en el Uruguay. Montevideo (Uruguay): Facultad de Agronomía, 52 p.
- Salles L.A.B.** 2000. Biología e ciclo de vida de *Anastrepha fraterculus* (Wied.) In Malvasi A., Zucchi R.A. (eds). *Moscas das frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado*. Riberão Preto, Holos.
- Salvatore A., Borkosky S., Willink E., Bardon A.** 2004. Toxic effects of lemon peel constituents on *Ceratitis capitata*. *Journal of Chemical Ecology* 30(2): 323-333.
- Segura D., Vera M.T., Cagnotti C.L., Vaccaro N., De Coll O., Ovruski S.M., Cladera J.L.** 2006. Relative abundance of *Ceratitis capitata* and *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) in diverse host species and localities of Argentina. *Annals of the Entomological Society of America* 99(1), 70-83.
- Segura D., Vera T. Cladera J.** 2004. Fluctuación estacional en la infestación de diversos hospedadores por la mosca del Mediterráneo, *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae), en la provincia de Buenos Aires. *Ecología Austral* 14: 3-17.
- Skevington J.H., Dang P.T.** 2002. Exploring the diversity of flies (Diptera). *Biodiversity* 3: 1-27.
- Steyskal G. C.** 1977. Pictorial key to species of the genus *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae). Washington, Entomological Society of Washington, 35p.
- Trujillo Peluffo A.** 1942. Estudio de la mosca de la fruta desde su aparición en nuestro medio. Ministerio de Ganadería y Agricultura, UY, *Boletín* 103, 32 p.

- Uchôa M.** 2012. Fruit flies (Diptera: Tephritoidea): Biology, host plants, natural enemies, and the implications to their natural control. pp. 271-300 In M Larramendy & S Soloneski eds 'Integrated Pest Management and Pest Control. Current and Future Tactics'.
- Uchôa M., Zucchi R.** 1999. Metodología de colecta de Tephritidae y Lonchaeidae frugívoros (Diptera: Tephritoidea) y sus parasitoides (Hymenoptera). *Anais da Sociedade Entomologica do Brasil* 28(4): 601-610
- Vaníčková L., Břízová R., Mendonça A.L., Pompeiano A., Do Nascimento R.R.** 2015. Intraspecific variation of cuticular hydrocarbon profiles in the *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) species complex. *Journal of Applied Entomology*, doi: 10.1111/jen.12204
- Vargas R.I., Jang E.B., Klungness L.M.** 2003. Area-wide pest management of fruit flies in Hawaiian fruits and vegetables, pp. 37–46. In: Recent trends on sterile insect technique and area-wide integrated pest management. Research Institute for Subtropics.
- Vargas R.I., Mau R.L., Jang E.B.** 2007. The Hawaii fruit fly area-wide pest management program: accomplishments and future directions. *Proceeding of the Hawaiian Entomological Society* 39: 99–104.
- Vargas R.I., Mau R.L., Jang E.B., Faust R.M., Wong L.** 2008. The Hawaii fruit fly area wide pest management programme, pp 300-325. In Koul O., Cuperus G., Elliot N. Area-wide pest management: theory and implementation. CAB International.
- Vargas R.I., Peck S.L., McQuate G.T., Jackson C.G., Stark J. D, Armstrong J.W.** 2001. Potential for areawide integrated management of Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) with a braconid parasitoid and a novel bait spray. *Journal of Economic Entomology* 94: 817- 825.
- Vargas R.I., Walsh W.A., Kanehisa D., Stark J.D., Nishida T.** 2000. Comparative demography of three Hawaiian fruit flies (Diptera: Tephritidae) at alternating temperatures. *Annals of the Entomological Society of America* 93: 75-81.
- Vera M.T., Cáceres C., Wornoypporn V., Islam A., Robinson A.S., De La Vega M.H., Hendrichs J., Cayol J.P.** 2006. Mating incompatibility among populations of the South American fruit fly *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae). *Annals of the Entomological Society of America* 99: 387–397.
- Villalobos J., Flores S., Liedo P., Malo E.A.** 2017. Mass trapping is as effective as ground bait sprays for the control of *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) fruit flies in mango orchards. *Pest Management Science*, 73: 2105-2110.
- Willink E. ed.** 2008. Moscas de los frutos y su relevancia cuarentenaria en la citricultura del Noroeste Argentino: once años de investigaciones 1996-2007. Las Talitas, Estación Experimental Agroindustrial Obispos Colombes. EBook.
- Zucchi R.A.** 2000. Taxonomía. pp. 13-24 In Malavasi A. and R. A. Zucchi [eds.], Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado. Riberão Preto, Holos.

Noviembre de 2019
PRONTOGRAFICA S.A.
Cerro Largo 850 - Tel.: 2902 3172
E-mail: prontografica@prontografica.com.uy
Deposito Legal 376.989

INIA Dirección Nacional
Andes 1365 P. 12
Montevideo
Tel.: ++598 2902 0550
Fax: ++598 2902 3633
iniadn@inia.org.uy

INIA La Estanzuela
Ruta 50 Km. 11
Colonia
Tel.: ++598 4574 8000
Fax: ++598 4574 8012
iniale@le.inia.org.uy

INIA Las Brujas
Ruta 48 Km. 10
Canelones
Tel.: ++598 2367 7641
Fax: ++598 2367 7609
inia_lb@lb.inia.org.uy

INIA Salto Grande
Camino al Terrible
Salto
Tel.: ++598 4733 5156
Fax: ++598 4732 9624
inia_sg@sg.inia.org.uy

INIA Tacuarembó
Ruta 5 Km. 386
Tacuarembó
Tel.: ++598 4632 2407
Fax: ++598 4632 3969
iniatbo@tb.inia.org.uy

INIA Treinta y Tres
Ruta 8 Km. 281
Treinta y Tres
Tel.: ++598 4452 2023
Fax: ++598 4452 5701
iniatt@tyt.inia.org.uy