

Análisis faunístico, fluctuación poblacional y parasitoides asociados a las moscas de la fruta (Diptera: Tephritidae) en el níspero

PAOLO SALAZAR-MENDOZA^{1,2*} IVAN PERALTA-ARAGÓN²
LADISLAO ROMERO-RIVAS²

RESUMEN. PAOLO SALAZAR-MENDOZA, IVAN PERALTA-ARAGÓN, LADISLAO ROMERO-RIVAS. 2018. *Análisis faunístico, fluctuación poblacional y parasitoides asociados a las moscas de la fruta (Diptera: Tephritidae) en el níspero.* Rev. peru. entomol. 53 (2): 21-32. Este estudio tuvo como objetivo caracterizar las especies de moscas de la fruta mediante un análisis de fauna, verificar su fluctuación poblacional, determinar la especie que afecta los frutos de níspero y reportar sus parasitoides. Durante el 2014, especies de mosca de la fruta fueron monitoreadas semanalmente mediante una trampa McPhail y muestreos de frutos fueron realizados en una huerta de níspero localizada en Oxapampa, Pasco, Perú. Además, condiciones meteorológicas de la huerta y disponibilidad de los frutos maduros fueron registrados durante ese año. Seis especies de mosca de la fruta fueron relatadas durante el estudio capturadas en la trampa. Los mayores índices faunísticos correspondieron únicamente para *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann), cuyos picos poblacionales coincidieron con la época de fructificación del cultivo. Mediante el muestreo de frutos determinamos que *A. fraterculus* fue la única especie que ocasionó daños en los frutos y reportamos a *Doryctobracon areolatus* (Szépligeti), *Doryctobracon crawfordi* (Viereck), *Utetes anastrephae* (Viereck) y *Opius* sp. como parasitoides que contribuyen al control biológico de *A. fraterculus* en níspero. Los niveles de infestación de los frutos fueron semejantes durante la temporada de fructificación mientras que el parasitismo fue mayor durante la época de mayor disponibilidad de frutos maduros.

Palabras clave: *Anastrepha fraterculus*, muestreo de frutos, trampa McPhail, parasitismo, control biológico, Braconidae.

ABSTRACT. PAOLO SALAZAR-MENDOZA, IVAN PERALTA-ARAGÓN, LADISLAO ROMERO-RIVAS. 2018. *Faunal analysis, population fluctuation, and parasitoids of fruit flies (Diptera: Tephritidae) in a loquat orchard.* Rev. peru. entomol. 53 (2): 21-32. The objective of this study was to characterize the fruit fly species through a fauna analysis, verify their population fluctuation, known what species affects loquat fruits and report their parasitoids. During 2014, fruit fly species were monitored weekly using a McPhail trap and fruit samplings were carried out in a loquat orchard from Oxapampa, Pasco, Peru. Also, meteorological data and ripe fruits availability were recorded during that year. Six fruit fly species were reported during the study captured in traps. The highest faunal indices corresponded only to *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann), whose population peaks coincided with loquat fruiting season. Through fruit sampling, we determined that *A. fraterculus* was the only species that caused damage to the fruits, and we reported *Doryctobracon areolatus* (Szépligeti), *Doryctobracon crawfordi* (Viereck), *Utetes anastrephae* (Viereck) and *Opius* sp. as parasitoids that contribute to the biological control of *A. fraterculus* in loquat. Fruits infestation levels were similar during the fruiting season, while parasitism was higher during the greater ripe fruit availability.

Keywords: *Anastrepha fraterculus*, fruit samples, McPhail trap, parasitism, biological control, Braconidae.

Introducción

El níspero (*Eriobotrya japonica* Lindl.) es un fruto originario del Sudeste de China (Lin *et al.*, 1999), de gran importancia comercial en diversos países como China, España, Pakistán y Turquía (Caballero & Fernández, 2003).

China destaca como el principal país productor mundial, cuyos valores de producción alcanzaron los 453,600 Tm durante el 2005 (Lin, 2007). En el Perú, el níspero ha sido principalmente cultivado en huertas familiares, alcanzando una producción de 2,573 Tm en el 2013 (Boletín Agrario, 2014). No obstante,

¹Departamento de Entomología e Acarología, Escola Superior de Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, Brasil.

²Escuela de Formación Profesional de Agronomía, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Oxapampa, Pasco, Perú.

Correspondencia: Paolo Salazar-Mendoza, Departamento de Entomología e Acarología, Escola Superior de Agricultura / Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, Brasil. E-mail: psalvatore.salazarm@hotmail.com

este frutal ofrece un gran potencial para su cultivo en grandes extensiones, tal es así que en los últimos años se ha reportado un notable crecimiento en superficie cultivada en varias regiones del país, contribuyendo a mejorar los ingresos económicos de los productores (Senasa, 2018).

Uno de los mayores problemas que enfrenta la fruticultura mundial son los daños ocasionados por la mosca de la fruta (Diptera: Tephritidae) (Aluja & Norrbom, 1999). Estos insectos se desarrollan en diversos frutos hospederos nativos y exóticos, siendo considerados entre las plagas de mayor importancia económica y cuarentenaria del mundo (Aluja *et al.*, 2014). La mosca del Mediterráneo *Ceratitis capitata* (Wiedemann), la mosca sudamericana de la fruta *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann) y la actualmente cuarentenaria en el país, mosca caribeña de la fruta *Anastrepha suspensa* (Loew) han sido reportadas ocasionando daños en el níspero en la región Tropical (Swanson & Baranowski, 1972; Hernández-Ortiz & Morales-Valles, 2004; Morales *et al.*, 2004). Las dos primeras especies, se encuentran ampliamente distribuidas en el Perú e infestan a una gran variedad de frutos hospederos (Harris & Olalquiaga, 1991; Korytkowski, 2001). No obstante, otras especies del género *Anastrepha* también han sido frecuentemente asociadas a daños en diversos hospederos cultivados en el Perú (Korytkowski, 2001; Norrbom *et al.*, 2015; Ramos-Peña *et al.*, 2019; Salazar-Mendoza *et al.*, 2020).

La mosca de la fruta se caracteriza por depositar los huevos dentro del tejido de los frutos, cuyas larvas después de la eclosión, permanecen en el interior alimentándose de la pulpa (Aluja & Liedo, 2013) provocando la pudrición prematura y perdiendo valor comercial. Luego, la larva abandona el fruto para empupar en el suelo y posteriormente emerger el adulto y continuar su ciclo biológico. Este comportamiento ha dificultado la utilización de medidas de control que sean efectivas, debido a que durante buena parte de su fase inmadura se encuentra protegida en el interior de los frutos (Aluja & Norrbom, 1999). Asimismo, la poca información disponible sobre aspectos básicos de taxonomía, biología y ecología de este complejo grupo de insectos plaga, ha ocasionado que las huertas frutícolas manejadas por pequeños agricultores sean seriamente afectadas, comprometiendo la sustentabilidad en la producción de frutos.

El presente estudio tuvo como objetivos 1) caracterizar las especies de mosca de la fruta a través de índices faunísticos y verificar su fluctuación poblacional; 2) determinar la especie de mosca de la fruta asociada a los

daños del níspero y sus parasitoides, y 3) determinar si los niveles de infestación larval y parasitismo difieren a lo largo de los meses.

Materiales y métodos

Área de estudio

El estudio fue desarrollado en una huerta frutícola en el fundo San Marcos (10° 36' 10" S, 75° 24' 58" O, 1822 msnm), localizado en el distrito de Chontabamba, provincia de Oxapampa (Selva Central), región Pasco, Perú. La huerta contaba con una extensión de 1.5 has, con plantaciones de diversos frutales asociados: níspero, granadilla (*Passiflora ligularis*), caigua (*Cyclanthera pedata*), lúcuma (*Pouteria lucuma*) y limón tahití (*Citrus limonia*). Excepto el níspero, los otros frutales no fueron considerados en el estudio debido a que no evidenciaron daños por ataque de moscas de la fruta de la familia Tephritidae. La fenología de fructificación del níspero fue registrada durante todos los meses del 2014. Además, datos meteorológicos mensuales de temperatura y humedad fueron obtenidos a través de la estación meteorológica de la Agencia Agraria Oxapampa.

Trampeo

Una trampa McPhail fue utilizada para determinar a fluctuación poblacional y análisis faunístico de las especies de moscas de la fruta de enero a diciembre del 2014. La trampa fue cebada con una solución de proteína hidrolizada (20 mL/250 mL agua) y bórax (5%), seguidamente fue colocada en la rama de un árbol de níspero, a unos 2-2.5 m de altura. Cada 7 días, el contenido de la trampa fue removido y la misma cantidad de la solución atrayente fue colocada en la trampa. Las moscas de la fruta colectadas en las trampas fueron colocadas en tubos de plástico (50 mL) conteniendo alcohol al 70% y conducidos al laboratorio para identificación taxonómica.

Muestreo de frutos

Muestreos de frutos fueron realizados semanalmente, de febrero a junio del 2014. El método de colecta consistió en muestreos aleatorios de frutos maduros en plantas de níspero, según su disponibilidad, priorizando aquellos con síntomas de infestación por moscas de la fruta. Cada muestra comprendió de 9 frutos, siendo colectadas 32 muestras durante todo el estudio.

En el laboratorio, cada muestra colectada fue pesada y acondicionada individualmente en cajas de tecnopor de 15 x 25 x 45 cm,

conteniendo arena humedecida en el interior y cubierta con tela organza en la parte superior. Cada 3 días, la arena fue tamizada y las larvas y puparios formados fueron retirados. Después de 5-7 días, se realizó la disección de los frutos y un examen cuidadoso de la pulpa de los frutos. Las pupas y larvas obtenidas en los frutos fueron contadas, conjuntamente con las obtenidas en las cajas de tecnopor y transferidas a envases de plástico (500 mL) conteniendo arena permanentemente humedecida en el interior y cubiertos con tela organza ajustada con una banda elástica para facilitar la aireación interna y favorecer la emergencia de los adultos de mosca de la fruta y parasitoides. Estos recipientes fueron mantenidos en salas climatizadas a $25\pm 3^{\circ}\text{C}$ y $65\pm 10\%$ de humedad relativa; siendo los adultos emergidos revisados y registrados diariamente.

Identificación taxonómica

Insectos fueron identificados a partir de los especímenes adultos emergidos de las pupas. Especímenes de mosca de la fruta fueron identificados a nivel de especie utilizando claves taxonómicas de Zucchi (2000). Asimismo, los parasitoides fueron identificados utilizándose como base el trabajo de Wharton *et al.* (1998) y siendo confirmados por la Dra. Angélica Maria Penteado-Dias, taxónoma especialista en la familia Braconidae (Hymenoptera) del Departamento de Ecología e Biología Evolutiva da Universidade Federal de São Carlos, Brasil. La planta hospedante fue confirmada por el Blgo. Luis Valenzuela, especialista del herbario Hoxa de Oxapampa.

Análisis de datos

La fluctuación poblacional de moscas de la fruta fue registrada durante el año de estudio, considerándose el *índice de moscas capturadas en la trampa* durante los días que estuvo expuesta (MTD) (Aluja, 1993).

$$\text{MTD} = \frac{\text{Nro. de moscas capturadas} \times \text{Nro. de trampas}}{\text{Días de exposición}}$$

Se realizó una comparación entre los períodos de mayor disponibilidad de frutos de níspero, las variables meteorológicas registradas en el lugar y la fluctuación poblacional de la especie de mosca asociada a los daños en los frutos del níspero capturadas en las trampas.

El análisis de fauna fue realizado utilizándose los índices de frecuencia, constancia y dominancia (Southwood & Henderson, 2000). El índice de frecuencia fue calculado mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Frecuencia} = \frac{\text{Nro. de moscas de la fruta de una especie determinada}}{\text{Nro. de moscas de la fruta de todas las especies colectadas}} \times 100$$

El índice de constancia es el porcentaje de ocurrencia de las especies en una muestra, que pueden ser categorizados como constante (w) (más del 50% de las colectas), accesorias (y) (25 a 50% de las colectas), o accidental (z) (menos del 25% de las colectas) (Silveira Neto *et al.*, 1996). El índice de dominancia es la proporción entre el número de moscas de moscas de las especies dominantes y el total de números de moscas colectadas, la dominancia de la especie fue considerada cuando el porcentaje de la especie de moscas de la fruta fue más alto que $1/S$, donde S es el total de número de especies colectadas (Southwood, 1995).

Los datos provenientes del muestreo de frutos permitieron determinar la especie de mosca de la fruta que atacaba al níspero, la presencia y abundancia de especies parasitoides, y determinar los niveles de infestación de las larvas de moscas de la fruta y el nivel de parasitismo. Para determinar esos índices fueron realizados los siguientes cálculos de acuerdo con Steck *et al.* (1986) y Aluja *et al.* (2003).

$$\text{Abundancia de parasitoides (\%)} = \frac{\text{Nro. de parasitoides de cada especie}}{\text{Nro. total de parasitoides emergidos}} \times 100$$

$$\text{Nivel de infestación} = \frac{\text{Nro. de puparios}}{\text{Masa de frutos en kg}}$$

$$\text{Nivel de (\%)} = \frac{\text{Nro. de parasitoides emergidos}}{\text{Nro. de parasitoides emergidos} + \text{Nro. de moscas emergidas}} \times 100$$

Para determinar si el nivel de infestación de moscas de la fruta y el nivel de parasitismo variaban durante los meses de colecta de frutos, se realizó un análisis de regresión lineal utilizando el promedio mensual de esos índices. Previamente, se verificó la distribución normal de los datos y la homogeneidad de la variancia usando los tests de Shapiro-Wilk y Levene, respectivamente. Estos análisis fueron realizados utilizando el software R versión 3.4.4.

Resultados

Fenología del cultivo y condiciones climáticas

Frutos de níspero estuvieron disponibles en la huerta apenas durante los meses de febrero a junio, encontrándose la más alta disponibilidad

de frutos maduros en abril y mayo. De julio a enero no hubo presencia de frutos (Fig. 1A).

Las temperaturas promedio mensuales fueron relativamente constantes durante el año, variando de 18 a 19.5°C. Durante los meses de julio a octubre hubo una pequeña disminución de la temperatura fluctuando entre 18 a 18.6°C. En tanto, de noviembre a junio los valores variaron de 18.7 a 19.5°C (Fig. 1B). La precipitación mensual fue claramente diferente durante el año. Un periodo con poca precipitación (<100 mm/mes) fue registrado durante los meses de abril a octubre. En tanto, la temporada lluviosa fue de noviembre a marzo con registros de 100 a 250 mm/mes (Fig. 1B).

Los mayores picos poblacionales fueron registrados para *A. fraterculus* durante los meses de enero a mayo, alcanzando índices MTD de 1-3. Asimismo, de junio a octubre se produjeron las menores tasas MTD de esta especie (< 0.5). Sin embargo, dos pequeños picos MTD de 0.25 a 0.75 fue verificado para *A. obliqua* entre febrero a abril. Las capturas de las otras especies de moscas de la fruta fueron inferiores al índice 0.25 MTD (Fig. 2).

Mosca de la fruta y parasitoides emergidos en frutos

Fueron muestreados 4.9 kg de níspero

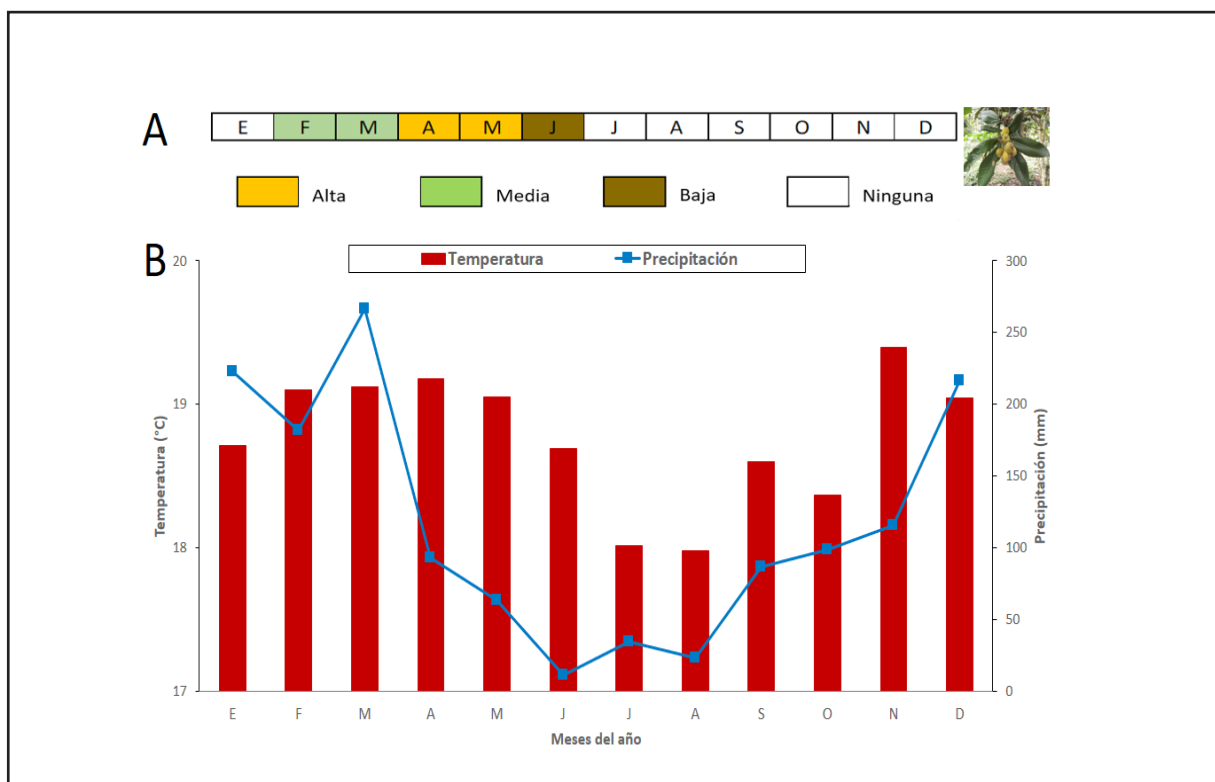


Fig. 1. (A) Fenología de fructificación del níspero mostrando la disponibilidad de frutos maduros; y, (B) promedio mensual de temperatura y precipitación registrada de enero a diciembre del 2014.

Análisis faunísticos y fluctuación poblacional

Un total de 198 especímenes pertenecientes a seis especies de mosca de la fruta fueron capturados en trampas. Las especies fueron *A. fraterculus*, *Anastrepha obliqua* (Macquart), *Anastrepha schultzi* Blanchard, *Anastrepha striata* (Schiner), *Anastrepha distincta* Greene y *Anastrepha ornata* Aldrich. *Anastrepha fraterculus* fue la especie más frecuente, constante y dominante durante el estudio (Tabla 1). Las otras especies de mosca de la fruta mostraron una constancia accidental y en función a la dominancia caracterizada como no dominante.

proveniente de 288 frutos, obteniéndose 294 pupas de moscas de la fruta. *Anastrepha fraterculus* fue la única especie de mosca de la fruta que infestó frutos de níspero con 156 especímenes emergidos. El 17.9% de los adultos emergidos (34 especímenes) correspondieron a himenópteros parasitoides de la familia Braconidae. Cuatro especies de parasitoides emergieron de las pupas, siendo identificadas como las siguientes especies *Opius* sp., *Dorycabracon areolatus* (Szépligeti), *Doryctobracon crawfordi* (Viereck) y *Utetes anastrephae* (Viereck) (Tabla 2).

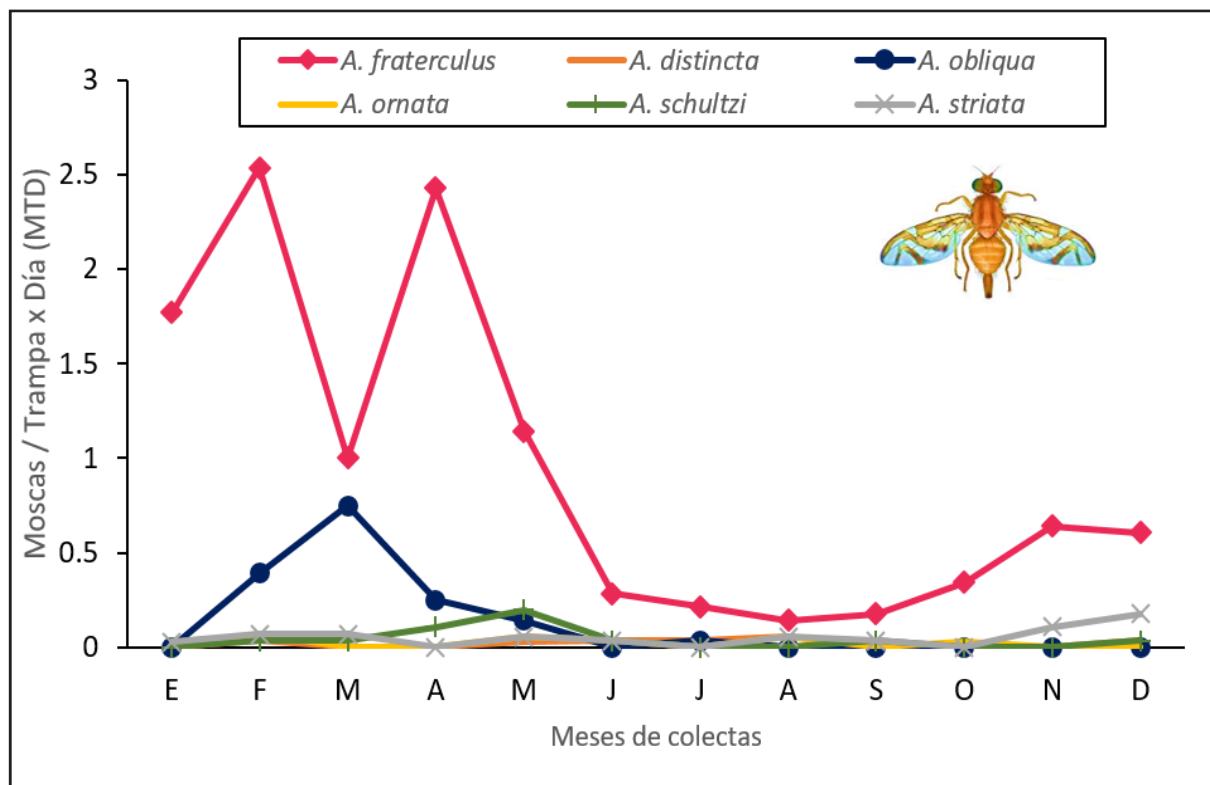


Fig. 2. Fluctuación poblacional de especies de mosca de la fruta colectadas en trampas de enero a diciembre del 2014.

Tabla 1. Índices de fauna de especies de moscas de la fruta colectadas en trampas cebadas en una finca de níspero de enero a diciembre del 2014.

Especie de mosca de la fruta	N	Frecuencia	Constancia	Dominancia
<i>A. distincta</i>	3	0.015	5.77 z	nd
<i>A. fraterculus</i>	148	0.747	69.20 w	d
<i>A. obliqua</i>	28	0.141	17.31 z	nd
<i>A. ornata</i>	3	0.015	5.77 z	nd
<i>A. schultzi</i>	9	0.045	9.62 z	nd
<i>A. striata</i>	7	0.035	11.5 z	nd
Total	198			

N = número de especímenes de moscas de la fruta capturados; w = constante; z = accidental; d = dominante; nd = no dominante

frutos ($F = 0.7937$, $df = 3,1$; $P = 0.6566$) (Fig. 3). No obstante, hubo diferencias significativas en los niveles de parasitismo registrados durante este periodo ($F = 307.5$, $df = 3,1$; $P = 0.0419$), siendo superiores durante la época de alta disponibilidad de frutos maduros (abril y mayo) (Fig. 3).

Discusión

Análisis faunísticos y fluctuación poblacional

El género *Anastrepha* es considerado el más diverso de los Tephritidae, destacando por su gran distribución en ambientes tropicales y subtropicales del continente con más de

Tabla 2. Abundancia de parasitoides que emergieron de pupas de *Anastrepha fraterculus* en frutos de níspero de febrero a junio del 2014.

Parasitoides	<i>Doryctobracon areolatus</i>	<i>Doryctobracon crawfordi</i>	<i>Opius</i> sp.	<i>Utetes anastrephae</i>
Total	4	12	16	2
%	11.76	35.29	47.06	5.88

Niveles de Infestación y parasitismo

El nivel de infestación ocasionado por larvas de las moscas de la fruta fue mayor a 55 durante todos los meses donde hubo disponibilidad de frutos en la huerta, no mostrando diferencias significativas entre los meses de colecta de

260 especies descritas (Norrbom, 2004). Seis especies de este género fueron capturadas en las trampas durante este estudio. De estas, *A. fraterculus* fue la única caracterizada como de mayor frecuencia, constancia y dominancia. Como es de esperarse, los altos

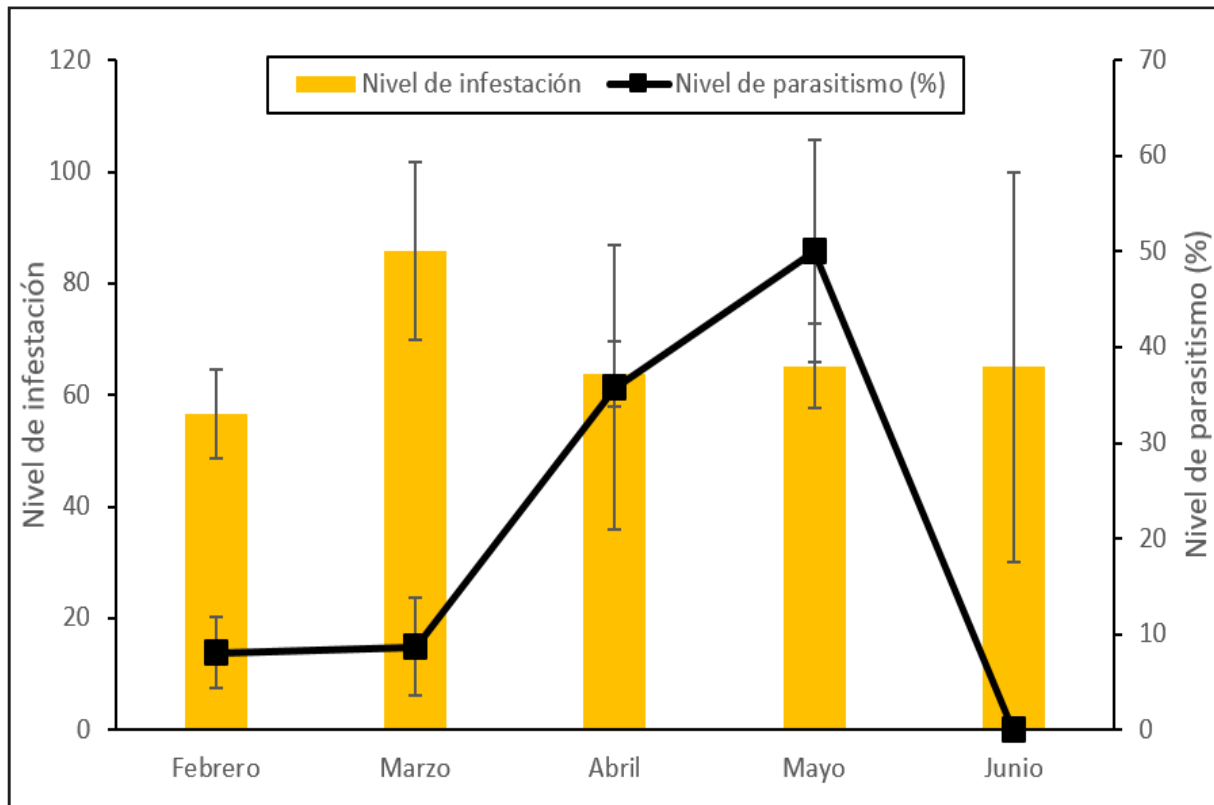


Fig. 3. Infestación de frutos de níspero y niveles de parasitismo de *A. fraterculus* registrados de enero a junio de 2014. Barra de error sobre la figura representan el error estándar.

índices faunísticos de *A. fraterculus* estarían relacionados a que esta especie fue la que ocasionó los daños en el níspero. No obstante, las otras cinco especies de mosca de la fruta capturadas en las trampas son frecuentemente relatadas infestando a otros hospederos de la familia Myrtaceae, Anacardiaceae, Rutaceae y Jugladiaceae (Schliserman *et al.*, 2004; Castañeda *et al.*, 2010; Norrbom *et al.*, 2015). Debido a que los otros frutales presentes en la huerta no evidenciaron daños por moscas de la fruta, es probable que la presencia de estas especies sea debido a la dispersión de otras huertas cercanas donde existan otros frutales nativos no comerciales que no fueron encontrados en el presente estudio.

Rossi *et al.* (1988) y Celedonio-Hurtado *et al.* (1995) realizaron estudios en Brasil y México, respectivamente, donde constataron que los picos poblacionales de varias especies de *Anastrepha* ocurren poco tiempo después del periodo de mayor disponibilidad de frutos hospederos. En contraste, en nuestro estudio el mayor índice de captura de *A. fraterculus* fueron registrados durante los primeros 5 meses del año, época que coincide con la disponibilidad de frutos maduros de níspero. Durante estos meses, el promedio mensual del índice MTD fue superior a 1, lo que representa un índice alto y donde son recomendadas medidas de control para reducir las poblaciones

(Aluja, 1993). Factores meteorológicos han sido frecuentemente correlacionados a la abundancia de varias especies de moscas de la fruta en diversos cultivos (Boscán & Godoy, 1987; Aluja *et al.*, 1996). En el presente estudio, no fue observado una clara relación entre los factores climáticos y los picos poblacionales de *A. fraterculus*. Sin embargo, estos factores podrían influir en una mayor disponibilidad de frutos e indirectamente, modificar la abundancia de moscas de la fruta (Ronchi-Teles & Silva, 2005). Asimismo, debido a que estas moscas empupan en el suelo, periodos de elevada precipitación podrían constituirse como un importante factor de mortalidad de pupas que podrían tener influencia en el número de adultos emergidos. Por otro lado, las fluctuaciones poblacionales de estos insectos pueden mostrar diferencias de un año a otro en función a la variación de factores climáticos (Celedonio-Hurtado *et al.*, 1995), siendo necesarios más estudios con periodos mayores a un año para que estos aspectos sean mejor comprendidos.

Mosca de la fruta y parasitoides emergidos en frutos

En este estudio, adultos de *A. fraterculus* emergieron de frutos infestados de níspero. Esta especie de mosca de la fruta destaca por tener una amplia distribución que abarca desde el sur de Estados Unidos hasta

Argentina (Malavasi *et al.*, 2000) y por afectar una gran cantidad de hospederos, siendo considerado plaga clave en varios frutales cultivados de importancia económica como guayaba, cítricos y manzanas (Norrbohm, 2004; Zucchi & Morales, 2008). Diversos autores reportan al níspero como hospedero de *A. fraterculus* y *C. capitata* (Morales *et al.*, 2004; Lopes-Mielzrski *et al.*, 2014; Meirelles *et al.*, 2016; Ramos-Peña *et al.*, 2019). En el Perú, *C. capitata* fue reportada por primera vez en 1956 (Wille, 1958) y desde entonces es asociada a daños en diversos frutales hospederos (Ramos-Peña *et al.*, 2019). No obstante, durante este estudio, *C. capitata* no fue encontrada infestando frutos de níspero ni registrado en las colectas de trampas. La ausencia de *C. capitata* asociado a este cultivo, pese a ser un frutal introducido, podría deberse a que el níspero aun es cultivado en pequeña escala en huertas familiares en la región. Además, la gran variedad de plantas hospederas nativas cultivadas alrededor de este frutal podría contribuir a una predominancia de las especies de mosca de la fruta nativas del género *Anastrepha*.

Varias especies de himenópteros de la familia Braconidae son relatados como importantes parasitoides nativos que atacan larvas de moscas de la fruta del género *Anastrepha* en la región Neotropical (Ovruski *et al.*, 2000). Meirelles *et al.* (2016) mencionan únicamente a *D. areolatus* como parasitoide de *A. fraterculus* en este mismo cultivo. En tanto, en un estudio desarrollado entre 1997-2003 en diversos Municipios del Estado de São Paulo, Brasil, Marinho *et al.* (2009) reportaron a *D. areolatus*, *U. anastrephae*, *D. brasiliensis*, *Opius bellus* Gahan y *Asobara anastrephae* (Muesebeck) parasitando moscas de la fruta en níspero. En nuestro estudio encontramos cuatro especies de parasitoides de *A. fraterculus* (*Opius* sp., *D. areolatus*, *D. crawfordi* y *U. anastrephae*) en frutos de níspero por primera vez relatadas para el Perú.

Sivinski *et al.* (1997) mencionan que factores relacionados al tamaño del ovipositor de los parasitoides podrían ser determinantes para explicar la predominancia de una especie de parasitoide sobre determinado hospedero. Asimismo, ellos mencionan que los parasitoides con ovipositores largos (6 mm) parasitan larvas tanto en frutos grandes como pequeños, en tanto que parasitoides con ovipositores cortos (3 mm) están limitados a actuar en frutos pequeños. Entre los parasitoides naturales de moscas de las frutas, *D. areolatus* suele ser considerado como la especie predominante (Leonel-Junior, 1995; Katiyar, 1995; Matrangolo *et al.*, 1998) estando presente en casi todas las regiones tropicales

de Sudamérica desde México hasta Argentina (Ovruski *et al.*, 2000). No obstante, en nuestro estudio, esta especie fue desplazada en abundancia por *Opius* sp., un parasitoide cuyas hembras cuentan con un ovipositor de menor tamaño que *D. areolatus* (Sivinski *et al.*, 2001). Esta abundancia podría deberse a que, en comparación con otros hospederos, el níspero produce frutos pequeños, cuyas larvas en el interior podrían ser más fácilmente localizadas y afectadas por *Opius* sp.

Por otro lado, en un estudio realizado en granadilla en la misma provincia peruana, *Utetes* sp. (género anteriormente conocido como *Bracanastrepha* sp.) fue relatado como parasitoide de larvas de *Dasiops* sp. (Diptera: Lonchaeidae) infestando los botones florales (Salazar-Mendoza & Romero-Rivas, 2016). En nuestro estudio reportamos a *U. anastrephae* parasitando larvas de *A. fraterculus* en níspero, con menor abundancia en comparación con los otros parasitoides. Esto indicaría que este género de parasitoide podría atacar a larvas presentes en otros órganos además de frutos y de distintas familias dentro de los Tephritoidea. Asimismo, la variación de sus niveles de abundancia sobre cada hospedero podría estar de acuerdo a la disponibilidad de los recursos (frutos maduros con presencia de larvas de moscas), o debido al desplazamiento por competición interespecífica con otras especies de parasitoides (Wang & Messing, 2003; Miranda *et al.*, 2015).

Niveles de Infestación y parasitismo

Las moscas de las frutas utilizan diversos factores importantes para la elección de un determinado hospedero como sustrato de oviposición. Entre esas razones, Aluja *et al.* (2000) destaca: el tipo de hospedero (primario o secundario), aspectos físico químicos del fruto, grado de maduración, presencia de feromonas marcadoras y huevos previamente colocados por otros co-específicos. En nuestro estudio verificamos que la disponibilidad de frutos maduros de níspero varió a través del año, sin embargo, los niveles de infestación no variaron estadísticamente, lo que indica que los frutos afectados por *A. fraterculus* mantenían una cantidad similar de larvas en su interior, independiente de la alta o baja disponibilidad del recurso. Contrariamente a lo reportado por Newell & Haramoto (1968) y Vargas *et al.* (1993) quienes observaron los mayores niveles de infestación de mosca de la fruta durante la época de baja disponibilidad de frutos. Por otro lado, factores como la abundancia de especies de mosca de las frutas y la disponibilidad de hospederos determinan mayores niveles de infestación (Rêgo *et al.*, 2013). En este estudio solo el níspero fue reportado como hospedero de *A. fraterculus*,

lo que podría ejercer un índice confiable sobre infestación que no fue dependientes de otros hospederos en la huerta. Asimismo, es necesario considerar que este índice mide el nivel de infestación de los frutos (y no de la huerta), es decir, cuan afectado se encuentra la muestra de frutos según la densidad de larvas en su interior. Además, la presencia de una sola larva en el interior de un fruto probablemente sea suficiente para generar la pérdida de su valor comercial. Sin embargo, este índice es interesante debido a que podría proporcionarnos una previsión sobre el crecimiento poblacional de la plaga y como consecuencia, un futuro incremento en los niveles de daño.

Pocos estudios se han realizado buscando comprender como fluctúan los niveles de parasitismo en especies de moscas de la fruta. En nuestro estudio, los niveles de parasitismo fueron mayores cuando había más frutos maduros disponibles en la huerta, lo cual explicaría que el crecimiento poblacional de los parasitoides estaría asociada al mayor número de hospederos propensos a sufrir infestación por mosca de la fruta. Prácticas culturales y aplicación de insecticidas podrían afectar negativamente la población de parasitoides e influir en sus niveles de parasitismo (Uchôa-Fernandes *et al.*, 2003; Hernández-Ortiz *et al.*, 2006). En nuestro estudio, no fueron realizadas aplicaciones de insecticidas por tratarse de una huerta con producción en pequeña escala. Además, es importante considerar que varios frutos con síntomas de pudrición ocasionado por la infestación de *A. fraterculus* permanecían adheridas al pedúnculo del árbol, lo que podría haber proporcionado un mayor tiempo para la oviposición de los parasitoides sobre las larvas de la mosca. Futuros estudios deberán ser realizados en áreas más amplias de cultivo para un mejor entendimiento sobre si factores como características climáticas de la localidad, presencia de otros hospederos, tamaño de frutos determinan una variación en los niveles de parasitismo.

Conclusiones

Los resultados de la presente investigación nos permiten concluir que (1) *A. fraterculus* es la única especie caracterizada como muy frecuente, constante y dominante, registrando los mayores picos poblacionales en la época de mayor fructificación del níspero en Oxapampa; (2) *A. fraterculus* es la única especie de mosca de la fruta que infesta frutos de níspero; (3) *Opius* sp, *D. crawfordi*, *D. areolatus* y *U. anastrephae* son los parasitoides que regulan naturalmente la población de *A. fraterculus* en

níspero; y, (4) los índices de infestación son semejantes durante los meses de fructificación del níspero, en tanto, los porcentajes de parasitismo fueron mayores cuando había mayor disponibilidad de frutos maduros.

Agradecimientos

A Angélica Penteado Dias y Luis Valenzuela por la identificación de parasitoides y planta hospedera, respectivamente. A Jorge Siquilandra por autorizarnos la entrada semanal a su huerta y permitirnos la realización de los experimentos. Al Servicio Nacional de Sanidad Agraria por proporcionarnos parte del material logístico utilizado para la presente investigación. A los dos Revisores anónimos por sus oportunas sugerencias en la redacción de este artículo.

Referencias Bibliográficas

- Aluja M. 1993. Manejo Integrado de las Moscas de la Fruta. Primera Edición, Editorial Trillas, México, 251 pp
- Aluja M, Norrbom A. 1999. *Fruit flies (Tephritidae): phylogeny and evolution of behavior*. Crc Press.
- Aluja M, Piñero J, Jácome I, Díaz-Fleischer F, Sivinski J. 2000. Behavior of flies in the genus *Anastrepha* (Trypetinae: Toxotrypanini). In M. Aluja & A. L. Norrbom (Eds.), *Fruit flies (Tephritidae): phylogeny and evolution of behavior* (pp. 375–410). Boca Raton, FL, USA: CRC Press.
- Aluja M, Rull J, Sivinski J, Norrbom AL, Wharton RA, Macías-Ordóñez R, ..., López M. 2003. Fruit flies of the genus *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) and associated native parasitoids (Hymenoptera) in the tropical rainforest biosphere reserve of Montes Azules, Chiapas, Mexico. *Environmental Entomology* 32(6), 1377-1385.
- Aluja M, Liedo P. 2013. *Fruit flies: biology and management*. Springer Science & Business Media.
- Aluja M, Sivinski J, Driesche RV, Anzures-Dadda A, Guillén L. 2014. Pest management through tropical tree conservation. *Biodiversity and Conservation*, Dordrecht 23: 831-853.
- Boscan de Martinez N, Godoy F. 1987. Fluctuación poblacional de *Anastrepha serpentina* Wied. en níspero (*Achras zapota*) en El Limon, Aragua-Venezuela. *Agronomía tropical (Maracay)* 37(4-6): 123-129.
- Boletín Agrario. 2014. Compendio Estadístico Perú (pp. 939-1021). Disponible

- en: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1173/ca_p12/cap12.pdf
- Caballero P, Fernández MA. 2003. Loquat, production and market. Options Mediterráneas, Serie A. Seminares Mediterráneas 58: 11-20.
- Castañeda MR, Osorio A, Canal NA, Galeano PE. 2010. Especies, distribución y hospederos del género *Anastrepha* Schiner en el departamento del Tolima, Colombia. *Agronomía Colombiana* 38(2): 265-271.
- Celedonio-Hurtado H, Aluja M, Liedo P. 1995. Adult population fluctuations of *Anastrepha* species (Diptera: Tephritidae) in tropical orchard habitats of Chiapas, Mexico. *Environmental Entomology* 24(4): 861-869.
- Harris EJ, Olalquiaga G. 1991. Occurrence and distribution patterns of Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) desert areas in Chile and Peru. *Environmental entomology* 20(1): 174-178.
- Hernández-Ortiz V, Morales-Valles P. 2004. Distribución geográfica y plantas hospederas de *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) en Venezuela. *Folia Entomológica Mexicana* 43(2): 181-189.
- Hernández-Ortiz V, Delfin-Gonzalez H, Escalante-Tio A, Manrique-Saide P. 2006. Hymenopteran parasitoids of *Anastrepha* fruit flies (Diptera: Tephritidae) reared from different hosts in Yucatan, Mexico. *Florida Entomologist*. 89: 508-515.
- Ichinose I. 1995. The origin and development of loquat. *Series of Agritechnica* 4: 1-5.
- Katiyar KP, Camacho J, Geraud F, Matheus R. 1995. Parasitoides hymenopteros de moscas de las frutas (Diptera: Tephritidae) en la region occidental de Venezuela. *Revista de la Facultad de Agronomia*. 12: 303-312.
- Korytkowski CA. 2001. Situación actual del género *Anastrepha* Schiner, 1868 (Diptera: Tephritidae) en el Perú. *Revista Peruana de Entomología* 42: 97-158.
- Leonel-Junior FL, Zucchi RA, Wharton RA. 1995. Distribution and tephritid hosts (Diptera) of Braconid parasitoids (Hymenoptera) in Brazil. *International Journal Pest of Management* 41: 208-213.
- Lin S, Sharpe RH, Janick J. 1999. Loquat: Botany and Horticulture. En: Janick J, (Ed.) *Horticultural Reviews*, 23. John Wiley & Sons, Inc. 233-276p.
- Lin S. 2007. World loquat production and research with special reference to China. En X. Huang and J. Janick (Ed.), *Acta Hort.* 750, Guangzhou: South China Agricultural University.
- Lopes-Mielzrski GN. 2014. Análise quantitativa, sobreposição de nicho e concorrência de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em três pomares adjacentes. Tese para o b t e n ç ã o do título de Doutor. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.
- Malavasi A, Zucchi RA, Sugayama R. 2000. Biogeografia, pp. 93-98. In *Moscas-das-frutas de Importância Econômica no Brasil. Conhecimento Básico e Aplicado* (edited by A. Malavasi and R. A. Zucchi). Holos Editora, Riberão Preto, Brazil.
- Marinho CF, Souza-Filho MF, Raga A, Zucchi RA. 2009. Parasitoides (Hymenoptera: Braconidae) de Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) no estado de São Paulo: Plantas associadas e parasitismo. *Neotropical Entomology* 38(3): 321-326.
- Matrangolo WJR, Nascimento AS, Carvalho RS, Melo ED, Jesus M. 1998. Parasitoides de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) associados a frutíferas tropicais. *Anais da Sociedade Entomológica de Brasil* 27: 593-603.
- Meirelles RN, Redaelli LR, Jahnke SM, Ourique CB, Ozorio DVB. 2016. Parasitism of fruit flies (Tephritidae) in field, after the release of *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae) in Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Fruticultura* 38(2): 1-10.
- Miranda M, Sivinski J, Rull J, Cicero L, Aluja M. 2015. Niche breadth and interspecific competition between *Doryctobracon crawfordi* and *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae), native and introduced parasitoids of *Anastrepha* spp. fruit flies (Diptera: Tephritidae). *Biological Control* 82: 86-95.
- Morales P, Cermeli M, Godoy F, Salas B. 2004. Lista de hospederos de la mosca del Mediterráneo *Ceratitidis capitata* Wiedemann. (Diptera: Tephritidae) basada en los registros del Museo de Insectos de Interés Agrícola del INIA – CENIAP. *Entomotropica* 19(1): 51-54.
- Newell IM, Haramoto FH. 1968. Biotic factors influencing populations of *Dacus dorsalis* in Hawaii. *Proceedings of the Hawaiian Entomological Society* 20: 81-139.
- Norrbom AL. 2004. Host plant database for *Anastrepha* and *Toxotrypana*

- (Diptera: Tephritidae: Toxotripanini). Available at <http://www.sel.barc.usda.gov:8080/diptera/Tephritidae/TephIntro.html>
- Norrbom AL, Rodriguez EJ, Steck GJ, Sutton BA, Nolzco N. 2015. New species and host plants of *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) primarily from Peru and Bolivia. *Zootaxa* 4041: 1-94.
- Ovruski S, Aluja M, Sivinski J, Wharton 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(2): 81-107.
- Ramos Peña AM, Yábar Landa E, Ramos Peña JC. 2019. Diversidad, fluctuación poblacional y hospedantes de moscas de la fruta *Anastrepha* spp. y *Ceratitidis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) en el Valle de Abancay, Apurímac, Perú. *Acta zoológica mexicana* 35(1): 1-21.
- Rêgo DRGP, Jahnke SM, Redaelli LR, Schaffer N. 2013. Variação na infestação de mosca-das-frutas (Diptera: Tephritidae) e parasitismo em diferentes fases de frutificação em mirtáceas nativas no Rio Grande do Sul. *EntomoBrasilis*, 6(2): 141-145.
- Ronchi-Teles B, Silva NMD. 2005. Flutuação populacional de espécies de *Anastrepha* Schiner (Diptera: Tephritidae) na região de Manaus, AM. *Neotropical Entomology* 34(5): 733-741.
- Rossi MM, Matioli JC, Bueno VHP. 1988. Principais espécies de moscas-das-frutas (Diptera Tephritidae) e sua dinâmica populacional em pessegueiros na região de Caldas, Sul de Minas Gerais. *Revista de Agricultura* 63: 329-342.
- Salazar-Mendoza P, Romero-Rivas C. 2016. Eficacia de trampas y atrayentes para moscas de la granadilla (*Passiflora ligularis* Juss). *Revista Peruana de Entomología* 51(2): 31-37.
- Salazar-Mendoza P, Ninahuamán-Calderón A, Girón Fernández C, Strikis PC. 2020. Primer registro de *Anastrepha pseudoparallela* Loew (Diptera: Tephritidae) infestando pasifloras en Perú. *Revista peruana de biología* 27(2): 229-232.
- Schliserman P, Ovruski S, Colin C, Norrbom AL, Aluja M. 2004. First report of *Juglans australis* (Juglandaceae) as a natural host plant for *Anastrepha schultzi* (Diptera: Tephritidae) with notes on probable parasitism by *Doryctobracon areolatus*, *D. brasiliensis*, *Opius bellus* (Braconidae) and *Aganaspis pelleranoi* (Figitidae). *Florida Entomologist* 87(4): 597-599.
- Selivon D. 2000. Relações com as plantas hospedeiras. En: Malavisi A, Zucchi RA. (Ed.). *Moscas-das-frutas de importancia económica no Brasil: conhecimento básico e aplicado*. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2000. Cap. 9, p. 87-91.
- Senasa 2018. Garantizan campaña de nísperos den el valle de San Pedro de Coayllo. Disponible en: <https://www.senasa.gob.pe/senasacontigo/garantizan-campana-de-nisperos-en-el-valle-de-san-pedro-de-coayllo/>. Acceso el: 06 set, 2020.
- Silveira-Neto S, Nakano O, Bardin D, Villanova NA. 1976. Manual de ecología dos insetos. Piracicaba: Agrônômica Ceres, 419 p.
- Sivinski J. 1991. The influence of host fruit morphology on parasitism rates in Caribbean fruit fly *Anastrepha suspensa* (Loew). *Entomophaga* 36: 447-454.
- Sivinski J, Aluja M, Lopez M. 1997. Spatial and temporal distribution of parasitoids of mexican *Anastrepha* species (Diptera: Tephritidae) within the canopies of fruit trees. *Annals Entomological Society America* 90: 604-618.
- Sivinski, J., Vulinec, K., & Aluja, M. (2001). Ovipositor length in a guild of parasitoids (Hymenoptera: Braconidae) attacking *Anastrepha* spp. fruit flies (Diptera: Tephritidae) in southern Mexico. *Annals of the Entomological Society of America*, 94(6), 886-895.
- Southwood TER, Henderson PA. 2000. *Ecological methods*. 3rd ed. Oxford: Blackwell Science, 57 p.
- SOUTHWOOD, T.R.E., 1995. *Ecological methods: with particular reference to the study of insect populations*. 2nd ed. London: Chapman and Hall, 524 p.
- Swanson RW, Baranowski RM. 1972. Host range and infestation by the Caribbean fruit fly *Anastrepha suspensa* (Diptera: Tephritidae) in south Florida. *Florida State Horticultural Society* 83: 271-274.
- Steck GJ, Gilstrap FE, Wharton RA, Hart WG. 1986. Braconid parasitoids of Tephritidae [Diptera] infesting coffee and other fruits in West-Central Africa. *Entomophaga* 31(1): 59-67.
- Uchôa-Fernandes MA, Molina DA, De oliveira I, Zucchi RA, Canal NA, Díaz NB. 2003. Larval endoparasitoids (Hymenoptera) of frugivorous flies (Diptera, Tephritoidea) reared from fruits of the cerrado of the state of Mato Grosso do Sul, Brazil. *Revista Brasileira*

- de Entomologia. 47: 181-186.
- Vargas RI, Stark JD, Uchida GK, Purcell M. 1993. Opiine parasitoids (Hymenoptera: Braconidae) of oriental fruit fly (Diptera: Tephritidae) on Kauai island, Hawaii: island wide relative abundance and parasitism rates in wild and orchard guava habitats. *Environmental Entomology* 22(1): 246-253.
- Wang XG, Messing RH. 2003. Intra-and interspecific competition by *Fopius arisanus* and *Diachasmimorpha tryoni* (Hymenoptera: Braconidae), parasitoids of tephritid fruit flies. *Biological Control* 27(3): 251-259.
- Wharton RA, Ovruski SM, Gilstrap FE. 1998. Neotropical Eucilidae (Cynipoidea) associated with fruit infesting Tephritidae, with new records from Argentina, Bolivia and Costa Rica. *Journal of Hymenoptera Research* 7(1):102-115.
- Wille JE. 1958. La mosca mediterránea *Ceratitis capitata* Wied, en el Perú. *Revista Peruana de Entomología* 1(1): 59-60.
- Zucchi RA, Moraes RCB. 2008. Fruit flies in Brazil - *Anastrepha* species their host plants and parasitoids. Available in: www.lea.esalq.usp.br/anastrepha/, updated on September 30, 2020. Último acceso el 20 de octubre de 2020.
- Zucchi RA. 2000. Taxonomía, En Malavasi, A; Zucchi, RA. eds. *Moscas-das-frutas de importancia econômica no Brasil: Conhecimento básico e aplicado*. Riberão Preto, SP, BR, Holos, Editora Ltda-ME. p. 13-24.

Fecha de recepción: 17/09/2020.

Fecha de aceptación: 30/10/2020.
