

Artículo científico
(Original paper)**DIVERSIDAD, FLUCTUACIÓN POBLACIONAL Y HOSPEDANTES DE MOSCAS DE LA FRUTA *ANASTREPHA* SPP. Y *CERATITIS CAPITATA* (WIEDEMANN) (DIPTERA: TEPHRITIDAE) EN EL VALLE DE ABANCAY, APURÍMAC, PERÚ****DIVERSITY, POPULATION FLUCTUATION AND FRUIT FLY HOSTS OF *ANASTREPHA* SPP. AND *CERATITIS CAPITATA* WIEDEMANN (DIPTERA: TEPHRITIDAE) IN THE ABANCAY VALLEY, APURÍMAC, PERÚ**ÁLVARO MANUEL RAMOS PEÑA^{1*}, ERICK YÁBAR LANDA¹, JULIO CESAR RAMOS PEÑA²¹Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Av. de la Cultura 773, Cusco, Perú. <manuel75315987@gmail.com>; <e_yabar@hotmail.com>²Universidad Tecnológica de los Andes, Av. Perú 700, Abancay, Apurímac, Perú. <julcer.ramos.pe@gmail.com>

*Autor de correspondencia: <manuel75315987@gmail.com>

Recibido: 20/05/2018; aceptado: 28/02/2019; publicado en línea: 24/04/2019
Editor responsable: Trevor Williams

Ramos-Peña, A. M., Yábar-Landa, E., Ramos-Peña, J. C. (2019) Diversidad, fluctuación poblacional y hospedantes de moscas de la fruta *Anastrepha* spp. y *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) en el valle de Abancay, Apurímac, Perú. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 35, 1–21. <https://doi.org/10.21829/azm.2019.3501208>

RESUMEN. El objetivo del presente trabajo fue identificar las especies de moscas de la fruta, determinar su fluctuación poblacional y sus hospedantes en el Valle de Abancay, Apurímac. Se instalaron 14 trampas Multilure, con Buminal® al 4% como atrayente alimenticio, renovado semanalmente entre octubre del 2014 a septiembre del 2015. Los insectos capturados fueron colocados en frascos con alcohol al 70% y enviados al Laboratorio de Entomología C-333 de la UNSAAC para su posterior identificación. Se contabilizó tanto las hembras y machos, y la fluctuación poblacional se estableció con base en el índice de moscas/trampa/día (MTD) para especies de *Anastrepha* y *Ceratitis capitata* (Wiedemann). Estos datos se relacionaron con datos de temperatura, precipitación y disponibilidad de hospedantes. Se colectaron frutos una vez por mes de potenciales hospedantes de distintos campos de producción para recuperar tefrítidos adultos en cajas de maduración con sustrato de arena. Se colectaron un total de 21,974 individuos. Se identificaron diez especies: *A. fraterculus* (Wiedemann), *A. distincta* Greene, *A. serpentina* (Wiedemann), *A. schultzi* Blanchard, *A. manihoti* Lima, *A. chicalayae* Greene, *Anastrepha* sp. 1, *A. pickeli* Lima, *A. atrox* (Aldrich) y *Ceratitis capitata* (Wiedemann). Las especies con mayor población fueron *A. fraterculus*, *A. distincta* y *C. capitata*. Las mayores poblaciones se presentan en los meses de diciembre a mayo. La disponibilidad de hospedantes es el factor que mejor explica la fluctuación poblacional de *Anastrepha fraterculus*, *A. distincta*, *A. manihoti* y la población total de moscas de la fruta. Se identificaron un total de 16 especies hospedantes. *Citrus x aurantium* L. (Rutaceae), *Annona cherimola* Mill. (Annonaceae) y *Psidium guajava* L. (Myrtaceae) fueron los frutos con mayores índices de infestación con 125.7, 101.63 y 87.5 pupas.kg⁻¹, respectivamente.

Palabras clave: Trampas Multilure; temperatura; precipitación; disponibilidad de hospedantes; índices de infestación



Ramos-Peña, A. M., Yábar-Landa, E., Ramos-Peña, J. C. (2019) Diversity, population fluctuation and fruit fly hosts of *Anastrepha* spp. and *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) in the Abancay valley, Apurímac, Perú. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 35, 1–21. <https://doi.org/10.21829/azm.2019.3501208>

ABSTRACT. The main aim of this study was to identify fruit flies species, to determine their population fluctuation and their hosts in Abancay, Apurimac Valley. A total of 14 Multilure traps were installed with 4% Buminal® as food attractant, renewed weekly, from October 2014 to September 2015. Captured insects were placed in 70% alcohol for later identification. Females and males were counted, and population fluctuation was established based on a flies/trap/day (FTD) index of *Anastrepha* species and *Ceratitis capitata* (Wiedemann). These data were correlated with temperature, precipitation and the host availability data. The fruits were collected once a month to recover adult fruit flies in maturing boxes with sand substrate. A total of 21,974 individuals were collected. Ten species were identified: *A. fraterculus* (Wiedemann), *A. distincta* Greene, *A. serpentina* (Wiedemann), *A. schultzi* Blanchard, *A. manihoti* Lima, *A. chichlayae* Greene, *Anastrepha* sp. 1, *A. pickeli* Lima, *A. atrox* (Aldrich) and *Ceratitis capitata* (Wiedemann). The most abundant species were *A. fraterculus*, *A. distincta* and *C. capitata*. The highest populations occurred in the period December to May. The availability of hosts was the factor that best explained the population fluctuations of *A. fraterculus*, *A. distincta*, *A. manihoti* and the total population of fruit flies. A total of 16 fruit fly hosts were identified. *Citrus x aurantium* L. (Rutaceae), *Annona cherimola* Mill. (Annonaceae) and *Psidium guajava* L. (Myrtaceae) were the fruits with the highest rates of infestation with 125.7, 101.63 and 87.5 pupae.kg⁻¹ respectively.

Key words: Multilure traps; temperature; precipitation; host availability; rates of infestation

INTRODUCCIÓN

Tephritidae es la familia de dípteros más importante para la agricultura mundial (Norrbom, 2010) y su mayor diversidad está presente en el trópico y subtropico (Aluja, 1994). Son conocidas como las *verdaderas moscas de la fruta* y muchas especies constituyen una plaga de importancia económica en varios países sudamericanos como Brasil, Argentina y Perú (Flores *et al.*, 2012). Es uno de los grupos de insectos que producen daños de gran importancia en los frutales; las larvas destruyen los frutos completamente, tienen un gran número de hospedantes, extraordinaria capacidad de adaptación, dispersión y proliferación lo que ha permitido su permanencia en los huertos frutícolas en poblaciones numerosas (Aluja, 1994; Montoya *et al.*, 2010).

El género *Anastrepha* Schiner se extiende desde el sur de los Estados Unidos hasta el norte de Argentina (Stone, 1942; Korytkowski, 2001). Son nativas del neotrópico con más de 200 especies descritas, algunas de ellas de importancia económica en cultivos frutícolas de América Latina y consideradas plagas cuarentenarias para muchos países del hemisferio norte (Korytkowski, 2001). Para el Perú se tienen reportadas 45 especies de *Anastrepha* (Norrbom & Korytkowski, 2011) y seguramente existen muchas más por descubrir. *Ceratitis capitata* (Wiedemann), originaria del noreste de África, actualmente es cosmopolita y considerada como una de las plagas de mayor importancia económica del mundo por sus efectos en la productividad de plantas hospedantes y por las restricciones cuarentenarias que imponen mercados mundiales como América del Norte y Asia Pacífico (Corvalán, 2004). Las moscas de los géneros *Anastrepha* y *Ceratitis* se distribuyen en todo el Perú siendo las más frecuentes *A. fraterculus* (Wiedemann), *A. ditincta* Greene, *A. serpentina* (Wiedemann), *A. striata* Schiner y *A. obliqua* (Macquart), y las especies con mayor distribución son *Anastrepha fraterculus* y *A. distincta*, y las de menor distribución son *Anastrepha willei* Korytkowski y *Anastrepha tecta* Zucchi. Los departamentos con mayor diversidad de moscas de la fruta son Cajamarca, Junín, Tumbes, Lambayeque y Huánuco (Nolasco *sf.*).



Pocos son los trabajos sobre moscas de la fruta en zonas semiáridas templadas de América (Nolasco & Iannacone, 2008; Conde-Blanco *et al.*, 2018; Segura *et al.*, 2004), y en Perú aún existen zonas donde no se han hecho estudios sobre estos insectos. El conocimiento de aspectos biológicos y ecológicos que permiten el desarrollo y reproducción de estos insectos constituye una herramienta útil para establecer modelos de fluctuación poblacional y diseñar programas de control biológico o aplicar técnicas de manejo integrado de plagas (Aluja, 1994; Torres, 2004); ya que, factores abióticos como las condiciones climáticas y factores bióticos como la disponibilidad de alimento y presencia de enemigos naturales les afectan de manera significativa (Aluja, 1993).

En el Valle de Abancay se puede encontrar al menos veinte especies de frutales y existe una alta proliferación de moscas de la fruta, favorecidas por las condiciones climáticas y ecológicas de la zona que permiten su permanencia debido a la disponibilidad de hospedantes. Algunos productores se dedican a la producción frutícola con fines comerciales y se ven afectados por estas plagas que hace la fruta inaceptable para el consumo, causan desestimulo al incremento de áreas de cultivo y costos adicionales por tratamientos cuarentenarios.

Contar con un modelo de fluctuación poblacional de tefrítidos, es una herramienta útil para el manejo integrado de plagas, ya que permite predecir la población de insectos y tomar acciones de prevención ante los cambios en las poblaciones de moscas de la fruta a lo largo del año.

El propósito del presente estudio fue determinar la diversidad de moscas de la fruta *Anastrepha* y *Ceratitis capitata* de la familia Tephritidae, determinar su fluctuación poblacional, sus hospedantes y establecer un modelo preliminar de fluctuación poblacional en base a factores bióticos y abióticos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. Se llevó a cabo en el Valle de Abancay, ubicado en el distrito y provincia de Abancay, región de Apurímac, en la zona andina sur del Perú, entre las coordenadas UTM WGS 84, por el Norte: 730807 E y 8494858 S, por el Sur: 725634 E y 8485772 S, por el Este: 723502 E y 8489142 S y por el Oeste: 730930 E y 8490944 S. Tiene un área de 1,043 hectáreas, las altitudes varían entre 1,760 y 2,280 metros. Presenta un clima semiseco, templado con temperaturas que oscilan entre 12 y 28°C y una precipitación anual entre 0 y 500 mm. Las lluvias comienzan en el mes de setiembre y terminan hacia el mes de abril, siendo enero y febrero los meses de mayor precipitación. Según el mapa de cobertura vegetal del Ministerio del Ambiente (2015), en la zona existen tres tipos de cobertura vegetal: (1) Agricultura andina que ocupa la mayor parte del área de estudio. Se realiza actividad agropecuaria activas y en descanso, comprende cultivos bajo riego y secano, tanto anuales como permanentes. Se incluye en este tipo de cobertura la vegetación natural ribereña que se extienden como angostas e interrumpidas franjas a lo largo de los cauces de los ríos y quebradas donde es frecuente las especies como el “sauce” (*Salix humboldtiana*), “huarango” (*Acacia macracantha*) y el “molle” (*Schinus molle*) (MINAM, 2015). También crecen especies frutales como “guayaba” (*Psidium guajava*), “naranja” (*Citrus sinensis*), “pacay” (*Inga feuillei*), “chirimoya” (*Annona cherimola*), “níspero japonés” (*Eriobotrya japonica*), entre otras (MINAM, 2015); (2) Bosque xérico interandino dominado por laderas escarpadas con afloramientos rocosos. Las especies más comunes son *Eriotheca* sp., *Delostoma lobii*, *Prunus integrifolia*, *Aralia soratensis*, *Tecoma fulva*, *Jatropha gossypifolia* y *Cnidioscolus basiacanthus* (MINAM, 2015), y (3) Matorral arbustivo de condiciones áridas. Las especies arbustivas más comunes son: “huanarpo” (*Jatropha* sp.), *Cnidioscolus* sp., “huancoy” (*Orthopterygium huasango*), “mito” (*Carica candicans*), *Heliotropium arborescens*, *Mutisia* sp., *Tecoma arequipensis*, “maguey” (*Fourcroya andina*), *Grindelia* sp., *Ambrosia artemisioides* y *Balbisia* sp.

Asimismo, se incluyen algunas suculentas arborescentes como “San Pedro” (*Echinopsis pachanoi*) y *Armatocereus* sp. (MINAM, 2015).

Muestreo de moscas de la fruta. Se utilizaron 14 trampas Multilure (Cuadro 1) cebadas con 250 ml del atrayente Buminal® al 4%, renovado semanalmente desde octubre del 2014 a setiembre del 2015. Los insectos capturados fueron colocados en frascos con alcohol al 70% y enviados al laboratorio de Entomología C-333 de la Facultad de Ciencias de la UNSAAC para su identificación.

Cuadro 1. Puntos de muestro.

N° trampa	X	Y	Altitud (m)	Hospedante
1	727584	8490969	2,264	<i>Annona cherimola</i> Mill.
2	727210	8490704	2,228	<i>Pouteria lucuma</i> (Ruiz & Pav.) Kuntze
3	727126	8489884	2,149	<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.
4	726613	8489651	2,015	<i>Psidium guajava</i> L.
5	726620	8489214	2,066	<i>Mangifera indica</i> L.
6	726321	8488716	2,051	<i>Psidium guajava</i> L.
7	725303	8487520	1,875	<i>Pouteria lucuma</i> (Ruiz & Pav.) Kuntze
8	724391	8487673	1,762	<i>Persea americana</i> Mill.
9	723705	8488635	1,851	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck
10	724103	8489227	1,925	<i>Persea americana</i> Mill.
11	725833	8489248	2,024	<i>Mangifera indica</i> L.
12	726290	8489991	2,133	<i>Annona cherimola</i> Mill.
13	726225	8490507	2,246	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck
14	727792	8489718	2,188	<i>Mangifera indica</i> L.

Identificación. Los insectos fueron observados bajo un microscopio estereoscopio para identificarlos, siguiendo las claves de Steyskal (1977), Caraballo (2001) y Korytkowski (2008). En caso de que la identificación de algún ejemplar fue dudosa, se procedió a extraer y examinar las genitales femeninas y/o masculinas.

Muestreo de frutos y recuperación de adultos. El muestreo de frutos se hizo una vez por mes, en diferentes campos de producción. Algunas áreas estaban dedicadas al cultivo en mayor o menor grado, en otras los frutales crecían de manera dispersa, en ambos casos rodeados de vegetación nativa. Los frutos colectados se colocaron en cajas de recuperación de 3 kg de capacidad, con una rejilla metálica a 12 cm de la base que contenía arena fina humedecida donde las larvas, una vez que abandonan los frutos, caían para empupar. De esta forma las pupas fueron recogidas cerniendo la arena y colocadas en placas Petri hasta la emergencia del adulto que fue colocado en alcohol al 70% para su identificación. La recuperación de adultos se hizo bajo condiciones no controladas. Durante el muestreo de frutos también se observó de manera cualitativa la disponibilidad de hospedantes, asignando los siguientes valores de acuerdo con la abundancia de frutos: 0 = ausencia de frutos (0% de frutos), 1 = pocos frutos (10 a menos frutos por árbol y/o 30% de árboles fructificando) y 2 = abundantes frutos (10 a más frutos por árbol y/o más del 30% de árboles fructificando). Estos datos sirvieron para hacer el análisis de correlación entre la abundancia de moscas de la fruta y la disponibilidad de hospedantes.

Análisis de datos. Se determinó los índices poblacionales como la abundancia, frecuencia relativa, constancia y dominancia (Silveira Neto *et al.*, 1976) de cada una de las especies. Una especie fue considerada constante cuando fue colectada en más del 50% de las semanas, accesorias cuando se presentaron entre el 25 y 50 % de las colectas y raras cuando se presentaron hasta el 25% de las colectas. Una especie es dominante cuando presenta una frecuencia mayor a 1/S, donde S es el número total de



especies. Se calculó la riqueza de especies y para medir la diversidad de especies de moscas de la fruta se utilizó el número efectivo de especies (1D) (Jost & Gonzales, 2012).

Se hizo un análisis de correlación usando el coeficiente de Spearman entre las variables climáticas, la disponibilidad de hospedantes y la abundancia de moscas de la fruta. También se calculó la relación de sexos (machos: hembras). Adicionalmente se comparó las abundancias de moscas de la fruta por épocas del año: 1) época de transición a lluvias (octubre-noviembre), 2) época de lluvias (diciembre-marzo), 3) época de transición a secas (abril-mayo) y 4) época de secas (junio-septiembre). Para esto se calculó el índice Moscas/Trampa/Día o MTD (Aluja, 1993) que es una medida relativa de la población de moscas de la fruta en un espacio y tiempo determinado. Se hizo una prueba de Kolmogorov-Smirnov para determinar la normalidad de los datos y una prueba H de Kruskal-Wallis para demostrar si existían diferencias significativas entre épocas del año entre la temperatura, precipitación, abundancia de moscas de la fruta y el número efectivo de especies. Adicionalmente, se realizó la comparación de a pares entre las medias de los rangos de tratamientos siguiendo a Conover (1999).

Se hizo un análisis canónico de correspondencias (Ter Braak, 1986) para explicar la relación de la abundancia de moscas de la fruta con factores bióticos y abióticos y adicionalmente se construyó un modelo de fluctuación poblacional mediante el conjunto de herramientas de los Modelos Lineales Generalizados que permita estimar la población de *Anastrepha* spp. y *C. capitata* en base a factores bióticos y abióticos. Para esto, se eligió la familia Gaussiana y la función de enlace logit. Se tomó en cuenta las variables de precipitación, temperatura promedio y disponibilidad de hospedantes. Se comprobó la bondad de ajuste de los modelos según el Criterio de Información de Akaike (AIC), el coeficiente de determinación r^2 y una prueba t. Adicionalmente se calculó el índice de infestación y la viabilidad pupal para las muestras de frutos (Torres, 2004).

$$\text{Indice de infestacion} = \frac{N^{\circ} \text{ de pupas}}{\text{Peso de la muestra en kg}}$$

$$\text{Viabilidad pupal (\%)} = \frac{N^{\circ} \text{ de moscas emergidas}}{N^{\circ} \text{ total de pupas}} \times 100$$

Se utilizó el software Infostat (versión libre), XLSTAT y R package 3.4.3 para el análisis de los datos. Los nombres de los frutales se verificaron con la base de datos The Plant List (www.theplantlist.org).

RESULTADOS

Identificación. Se colectaron 21,974 insectos y se identificaron 10 especies de moscas de la fruta: *Anastrepha fraterculus*, *Anastrepha distincta*, *Anastrepha serpentina*, *Anastrepha schultzi*, *Anastrepha manihoti*, *Anastrepha chichlayae*, *Anastrepha* sp. 1, *Anastrepha pickeli*, *Anastrepha atrox* y *Ceratitidis capitata* (Cuadro 2).

Índices Poblacionales de Moscas de la Fruta. Las especies con mayor abundancia, frecuencia relativa, constancia y dominancia fueron *Anastrepha fraterculus*, *A. distincta* y *Ceratitidis capitata*. En conjunto, estas tres especies ocuparon el 97% de la población capturada (Cuadro 3).

Fluctuación poblacional y su relación con factores bióticos y abióticos. Los meses con mayores poblaciones de moscas de la fruta fueron febrero, abril y mayo, mientras que los de menores poblaciones fueron agosto, septiembre y octubre. Las poblaciones de moscas de la fruta variaron significativamente de acuerdo con la época del año ($p < 0.001$), en orden decreciente: época transición a secas > época de lluvias > época de transición a lluvias > época de secas. La temperatura y la precipitación fueron mayores en los

Cuadro 2. Abundancia de moscas colectadas.

Especies	Meses												Total
	2014		2015										
	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	
<i>A. fraterculus</i>	573	703	662	697	870	758	857	711	636	659	584	503	8213
<i>A. distincta</i>	469	692	756	654	874	700	882	712	518	622	531	523	7933
<i>A. serpentina</i>	1	5	0	3	8	7	3	8	3	4	6	0	48
<i>A. schultzi</i>	19	21	27	35	33	16	38	57	32	27	32	31	368
<i>A. manihoti</i>	0	0	0	7	10	18	13	6	3	0	0	0	57
<i>A. chichlayae</i>	0	0	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	4
<i>Anastrepha sp. 1</i>	14	13	16	13	10	8	22	27	8	11	7	5	154
<i>A. pickeli</i>	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	3
<i>A. atrox</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	3	6	9	8	26
<i>C. capitata</i>	243	437	416	474	615	361	581	457	429	404	413	338	5168
Total	1319	1871	1877	1883	2421	1872	2398	1978	1632	1733	1582	1408	21974

Cuadro 3. Índices Poblacionales de mosca de la fruta *Anastrepha spp.* y *Ceratitis capitata*.

Especie	Abundancia			Frecuencia relativa (%)	Constancia (%)	Dominancia	Proporción ♂ : ♀
	♀	♂	Total				
<i>A. fraterculus</i>	5136	3077	8213	37.38	100.00 (C)	d	1:1.67
<i>A. distincta</i>	4869	3064	7933	36.10	100.00 (C)	d	1:1.58
<i>A. serpentina</i>	39	9	48	0.22	45.83 (A)	n	1:4.30
<i>A. schultzi</i>	261	107	368	1.67	97.92 (C)	n	1:2.44
<i>A. manihoti</i>	39	18	57	0.26	43.75 (A)	n	1:2.16
<i>A. chichlayae</i>	2	2	4	0.02	8.33 (R)	n	1:1.00
<i>Anastrepha sp. 1</i>	103	51	154	0.70	91.67(C)	n	1:2.02
<i>A. pickeli</i>	2	1	3	0.01	4.17(R)	n	1:3.00
<i>A. atrox</i>	19	7	26	0.12	25.00 (A)	n	1:2.71
<i>C. capitata</i>	3278	1890	5168	23.52	100.00 (C)	d	1:1.73
Total	13748	8226	21974	100	-	-	1:1.67
Riqueza de especies				10			
¹D				3.39			

Cuadro 4. Promedio valor de moscas por trampa⁻¹ día⁻¹ (MTD) y abundancia total de moscas de la fruta *Anastrepha spp.* y *Ceratitis capitata* registradas durante cuatro épocas del año.

Época	<i>Anastrepha spp.</i>	<i>Ceratitis capitata</i>	Abundancia total
	MTD ± DE	MTD ± DE	MTD ± DE
Trans. Lluvias	3.20 ± 0.84 a	0.87 ± 0.35 a	4.07 ± 1.10 a
Lluvias	3.95 ± 0.48 b	1.19 ± 0.29 bc	5.14 ± 0.70 b
Trans. Secas	4.26 ± 0.59 b	1.32 ± 0.20 c	5.58 ± 0.70 b
Secas	3.04 ± 0.43 a	1.01 ± 0.25 ab	4.05 ± 0.60 a
F	25.51	11.554	22.63
P	0.000	0.009	0.000

DE = Desviación estándar, H = Estadístico F de Fisher. Se realizó la comparación de a pares entre las medias de los rangos de tratamientos siguiendo a Conover (1999).



meses de octubre a marzo (época transición a lluvias y lluvias) ($p < 0.05$), y la mayor disponibilidad de hospedantes fue en febrero, marzo y abril (época de lluvias y transición a secas) (Cuadro 4). Las especies *A. fraterculus*, *A. distincta* y *A. manihoti* presentaron mayores poblaciones en las épocas de transición a secas y de lluvias en ese orden; *Anastrepha* sp. 1 y *Ceratitis capitata* presentaron la mayor población en épocas de transición a secas mientras que *A. schultzi* y *A. atrox* presentaron la mayor población en época de secas ($p < 0.05$). En cambio, *A. serpentina* mantuvo su población a lo largo del año ($p > 0.05$), mientras que *A. pickeli* y *A. chichlayae* ocurrieron en época de lluvias y transición a secas (Figs. 1–12). El número efectivo de especies presentó un mayor valor en la época de secas ($^1D = 3.38$; $p < 0.001$) (Cuadro 5).

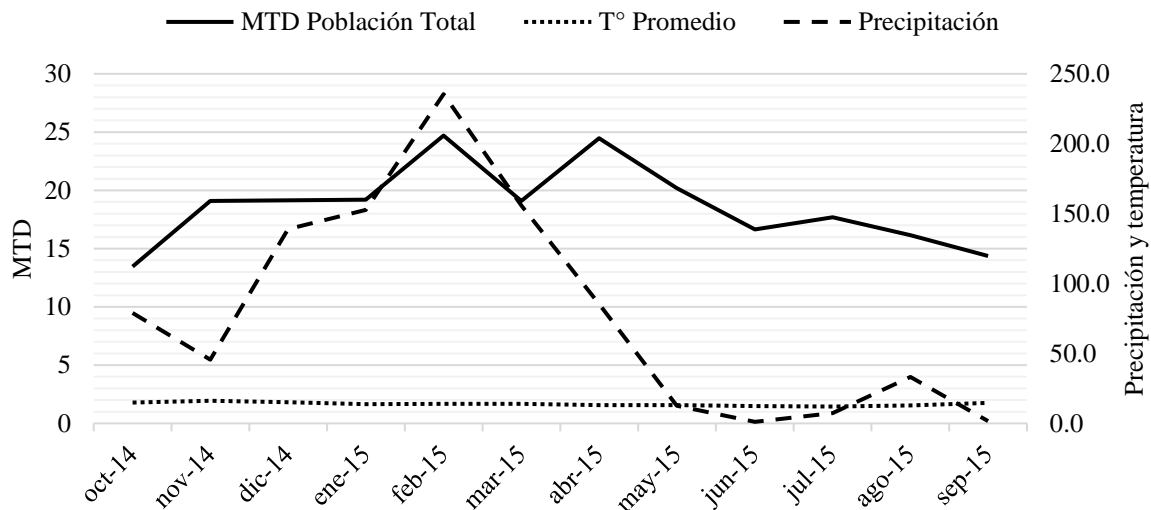


Figura 1. Fluctuación poblacional de *Anastrepha* y *Ceratitis*.

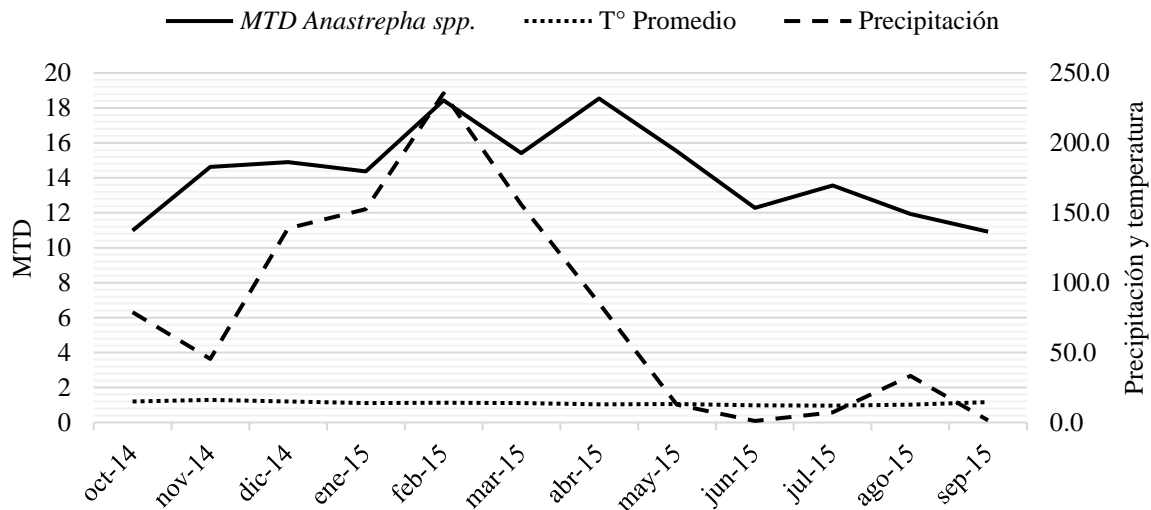


Figura 2. Fluctuación poblacional de *Anastrepha* spp.

La precipitación ($r = 0.594$; $p = 0.013$) y la disponibilidad de frutos ($r = 0.737$; $p = 0.006$) estuvieron correlacionados positivamente con la abundancia total de moscas de la fruta, mientras que la temperatura

máxima ($r = -0.692$; $p = 0.379$) estuvo inversamente correlacionada con la abundancia total de moscas de la fruta. Finalmente, la abundancia de *Anastrepha* spp. estuvo correlacionada positivamente con la precipitación ($r = 0.587$; $p = 0.045$) y disponibilidad de hospedantes ($r = 0.747$; $p = 0.005$), y correlacionada negativamente con la temperatura máxima ($r = -0.615$; $p = 0.033$) (Cuadro 6).

La abundancia de *A. fraterculus* ($r = 0.650$; $p = 0.022$) y *A. distincta* ($r = 0.608$; $p = 0.036$) estuvieron correlacionadas con la precipitación. La temperatura máxima estuvo inversamente correlacionada con *A. fraterculus* ($r = -0.636$; $p = 0.026$), *A. schultzi* ($r = -0.611$; $p = 0.035$), *A. manihoti* ($r = -0.847$; $p = 0.001$), *A. chichlayae* ($r = -0.603$; $p = 0.038$) y *C. capitata* ($r = -0.664$; $p = 0.018$). Asimismo, se detectó una correlación negativa entre *A. atrox* y la temperatura mínima ($r = -0.745$; $p = 0.005$). En cambio, la abundancia de *A. fraterculus* ($r = 0.853$; $p = 0.004$), *A. distincta* ($r = 0.840$; $p = 0.006$) y *A. manihoti* ($r = 0.622$; $p = 0.005$) se correlacionaron positivamente con la disponibilidad de hospedantes (Cuadro 7).

En la figura 13 se observa que las abundancias de *A. fraterculus*, *A. distincta* se correlacionaron con la precipitación y la disponibilidad de hospedantes. La presencia de *A. manihoti*, *A. pickeli* y *A. chichlayae* se explica por la disponibilidad de hospedantes, mientras que *A. atrox* se correlacionó negativamente con la temperatura, precipitación y disponibilidad de hospedantes. Finalmente, *Anastrepha* sp. 1 se correlacionó con la precipitación y temperatura promedio.

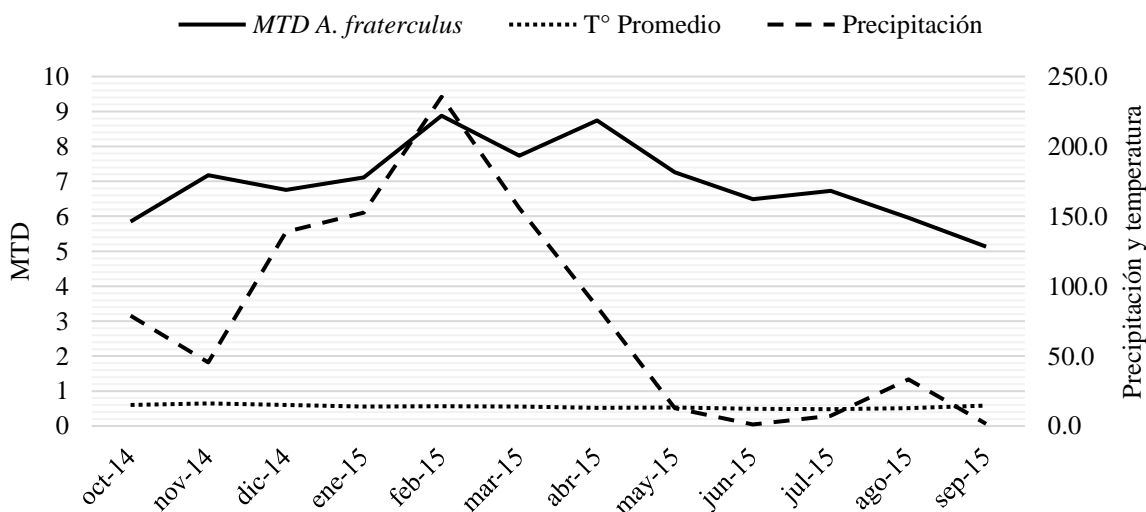


Figura 3. Fluctuación poblacional de *A. fraterculus*.

En el cálculo del modelo de fluctuación poblacional, para el caso de *Anastrepha* spp. ($AIC = 166$; $r^2 = 0.508$; $p = 0.934$), las variables temperatura y disponibilidad de hospedantes fueron significativas (Cuadro 8; Fig. 14), pero se incluyó también la variable precipitación ya que aumentaba la bondad de ajuste según el Criterio de Información de Akaike (AIC). Para el caso de *C. capitata* ($AIC = 150.91$; $r^2 = 0.065$; $p = 0.870$), la temperatura fue la única variable significativa (Cuadro 9; Fig. 15).

Muestreo de frutos y recuperación de adultos. Se encontraron 16 especies hospedantes de moscas de la fruta. Estas pertenecen a nueve familias botánicas, siendo Rosaceae y Rutaceae las familias con mayor número de especies hospedantes. *Anastrepha fraterculus*, *C. capitata*, *A. distincta* y *A. schultzi* fueron las especies con el mayor número de hospedantes. No se logró recuperar adultos de *A. chichlayae* ni de *A. pickeli*. Los índices de infestación fueron altos en *Citrus x aurantium* (125.7 pupas.kg⁻¹), *Annona cherimola* (101.63



pupas.kg⁻¹), *Psidium guajava* (87.5 pupas.kg⁻¹), *Eriobotrya japonica* (60 pupas.kg⁻¹), *Inga feuilleei* (58.23 pupas.kg⁻¹) y *Citrus reticulata* (52.11 pupas.kg⁻¹) (Cuadros 10–12).

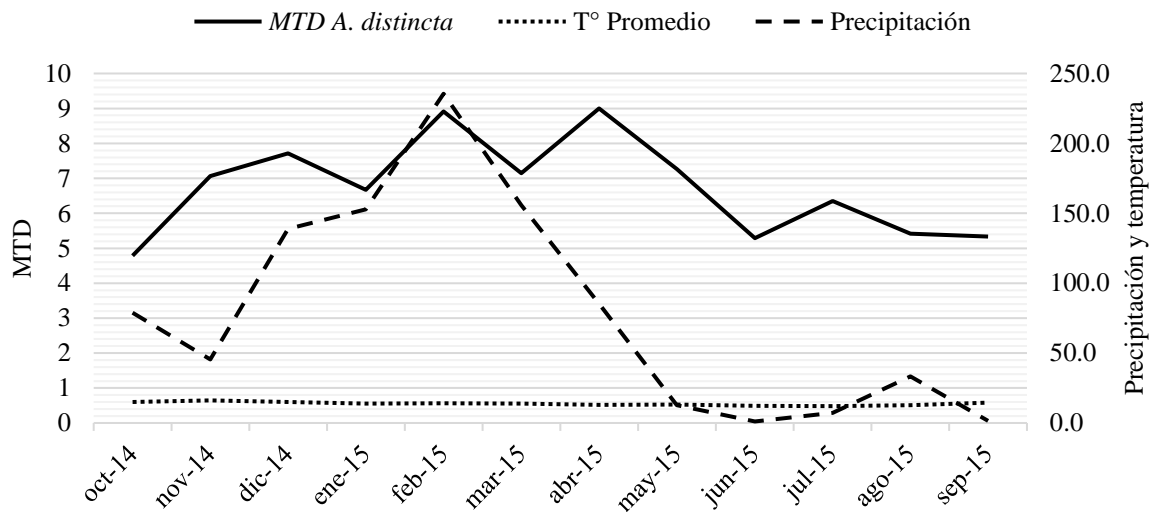


Figura 4. Fluctuación poblacional de *A. distincta*.

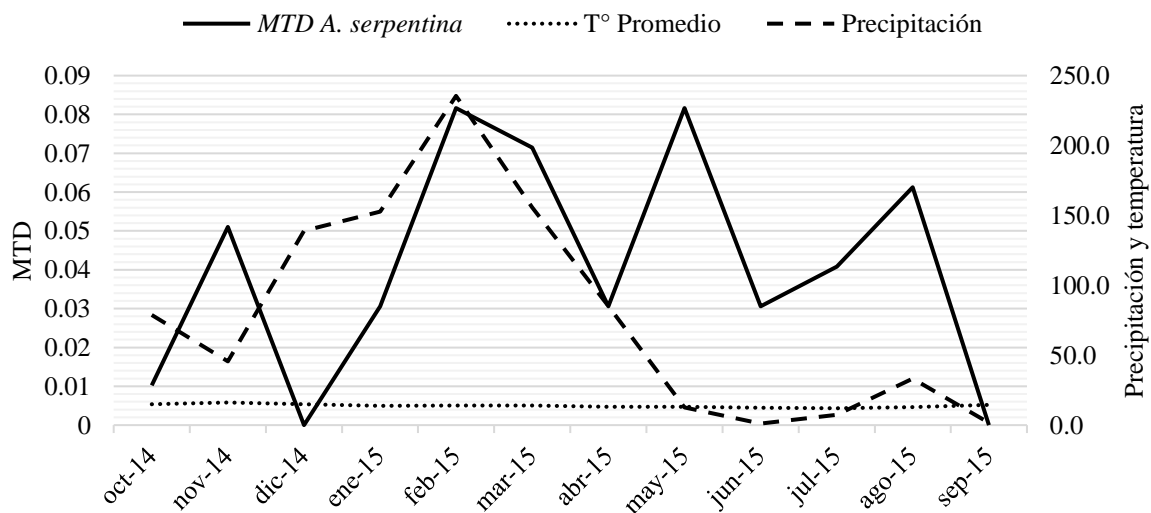


Figura 5. Fluctuación poblacional de *A. serpentina*.

Cuadro 8. Variables utilizadas para el modelo de *Anastrepha* spp.

N°	Variable	Coficiente	Importancia
1	Temperatura	89.382	Alta
2	Precipitación	-3.741	Baja
3	Disponibilidad de hospedantes	41.799	Alta
R ²		0.508	
P (prueba t)		0.934	

Cuadro 5. Fluctuación por épocas de la temperatura, precipitación, moscas de la fruta *Anastrepha spp.* y *Ceratitis capitata* (moscas por trampa⁻¹ día⁻¹) y número efectivo de especies (¹D).

E	Promedio ± DE												
	T	Pr	A. <i>fraterculus</i>	A. <i>distincta</i>	A. <i>serpentina</i>	A. <i>schantzi</i>	A. <i>manihoti</i>	A. <i>chiclayae</i>	<i>Anastrepha</i> sp. 1	A. <i>pickeli</i>	A. <i>atrox</i>	C. <i>capitata</i>	¹ D
TL	15.56 ± 0.86 c	62.20 ± 23.62 b	1.63 ± 0.45 ab	1.48 ± 0.44 a	0.01 ± 0.01 a	0.05 ± 0.02 a	0.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 a	0.03 ± 0.02 ab	0.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 a	0.87 ± 0.35 a	3.23 ± 0.06 a
L	14.22 ± 0.53 b	170.73 ± 43.80 c	1.90 ± 0.24 b	1.90 ± 0.28 b	0.01 ± 0.02 a	0.07 ± 0.04 a	0.02 ± 0.02 b	1.9E-3 ± 4.1E-3 a	0.03 ± 0.01 ab	1.3E-3 ± 0.01 a	0.00 ± 0.00 a	1.19 ± 0.29 bc	3.28 ± 0.04 a
TS	13.06 ± 0.10 a	49.00 ± 51.34 b	2.00 ± 0.40 b	2.03 ± 0.29 b	0.01 ± 0.01 a	0.12 ± 0.05 b	0.02 ± 0.03 b	1.3E-3 ± 3.6E-3 a	0.06 ± 0.05 b	1.3E-3 ± 3.6E-3 a	0.00 ± 0.00 a	1.32 ± 0.20 c	3.34 ± 0.02 b
S	12.94 ± 1.12 a	10.83 ± 15.24 a	1.52 ± 0.27 a	1.40 ± 0.26 a	0.01 ± 0.01 a	0.08 ± 0.04 ab	1.9E-3 ± 4.1E-3 a	0.00 ± 0.00 a	0.02 ± 0.01 a	0.00 ± 0.00 a	0.02 ± 0.01 b	1.01 ± 0.25 ab	3.38 ± 0.01 c
H	139.400	86.38	17.516	22.678	1.050	11.150	16.990	1.040	7.520	0.300	17.630	11.554	38.895
P	0.0001	0.0001	0.001	0.000	0.737	0.010	0.000	0.2088	0.047	0.4769	0.000	0.009	0.000

Se realizó la comparación de a pares entre las medias de los rangos de tratamientos siguiendo a Conover (1999). E: Época; T: Temperatura; Pr: Precipitación. TL: Trans. Lluvias; L: Lluvias; TS: Trans. Secas; S: Secas. H: Estadístico H de Kruskall-Wallis. DE = Desviación estándar.

Cuadro 6. Coeficientes de correlación entre factores bióticos y abióticos, y abundancia total de moscas de la fruta *Anastrepha spp.* y *Ceratitis capitata*.

Variable climática	<i>Anastrepha spp.</i>	<i>Ceratitis capitata</i>	Abundancia total	P (bilateral)
Precipitación	0.587*	0.357	0.594*	0.013
T° máxima	-0.615*	-0.664*	-0.692*	0.379
T° promedio	0.007	-0.126	-0.028	0.931
T° mínima	0.329	0.175	0.280	0.042
Disp. Frutos	0.747**	0.421	0.737**	0.006

*Correlación significativa a $p < 0.05$. **Correlación significativa a $p < 0.01$.

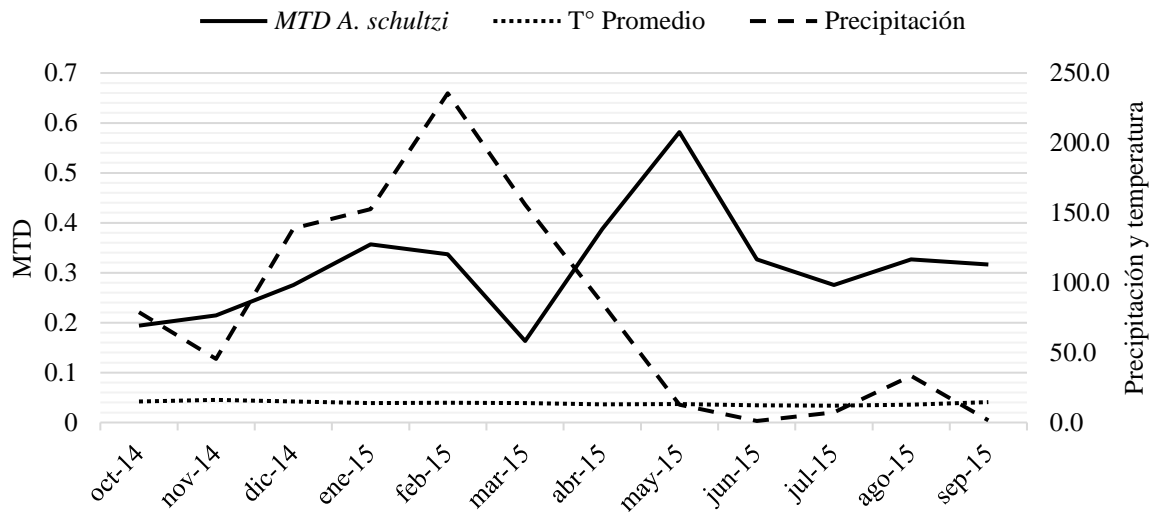
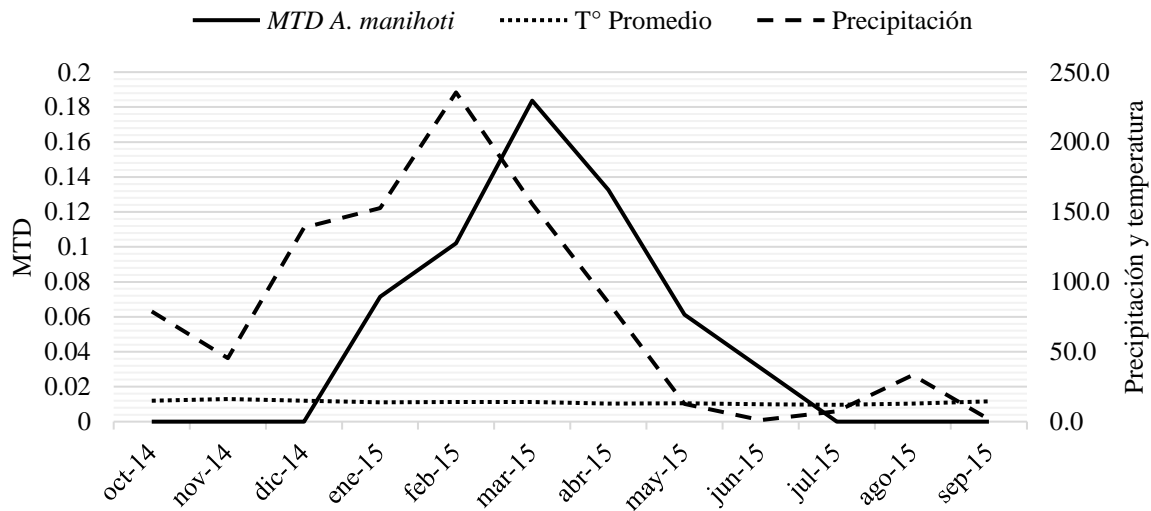
Cuadro 7. Coeficientes de correlación entre factores bióticos y abióticos y abundancia de moscas de la fruta *Anastrepha spp.* y *Ceratitis capitata*.

Variable climática	A. <i>fraterculus</i>	A. <i>distincta</i>	A. <i>serpentina</i>	A. <i>schantzi</i>	A. <i>manihoti</i>	A. <i>chiclayae</i>	<i>Anastrepha</i> sp. 1	A. <i>pickeli</i>	A. <i>atrox</i>	C. <i>capitata</i>
Precipitación	0.650*	0.608*	0.237	-0.063	0.552	0.644*	0.239	0.403	-0.703**	0.357
T° máxima	-0.636*	-0.483	-0.339	-0.611*	-0.847**	-0.603*	-0.147	-0.430	0.266	-0.664*
T° promedio	0.021	0.126	-0.265	-0.439	-0.224	-0.018	0.172	-0.113	-0.503	-0.126
T° mínima	0.364	0.378	-0.099	-0.347	0.082	0.249	0.309	0.075	-0.745**	0.175
Disp. Hosp.	0.853**	0.840**	-0.035	0.059	0.622*	-	0.089	-	-0.148	0.421

*Correlación significativa a $p < 0.05$. **Correlación significativa a $p < 0.01$. No se muestran coeficientes de correlación para *A. chiclayae* y *A. pickeli* con la disponibilidad de frutos ya que no se encontraron sus hospedantes.

**Cuadro 9.** Variables utilizadas para el modelo de *Ceratitis capitata*.

N°	Variable	Coefficiente	Importancia
1	Temperatura	30.807	Alta
	R ²		0.065
	P (prueba t)		0.870

**Figura 6.** Fluctuación poblacional de *A. schultzi*.**Figura 7.** Fluctuación poblacional de *A. manihoti*.

DISCUSIÓN

Anastrepha fraterculus, *A. distincta* y *C. capitata* fueron observadas en altas poblaciones en cultivos de mango (*Mangifera indica*) en Chulucanas, en la región de Piura, al norte de Perú (Herrera & Viñas, 1977). Estas tres especies están presentes en todas las regiones del Perú, y por las altas poblaciones observadas en

la zona de estudio, están bien adaptadas a las condiciones locales del valle de Abancay, constituyéndose como insectos de importancia económica en esta zona del país. *Anastrepha chichlayae* está reportada para las regiones de Tumbes, Piura, Lambayeque, Cajamarca y Lima, y este estudio constituye el primer reporte de esta especie en la zona andina sur, por lo que su prevalencia en la zona de estudio debe ser confirmada con posteriores estudios. Existe una considerable riqueza específica de moscas de la fruta en comparación a otras zonas del Perú. Según los datos de Nolasco (sf.), en la zona del Centro (Junín y Huánuco) y Norte (Cajamarca, Lambayeque, Amazonas, Tumbes) del país se tiene reportes de mayor cantidad de especies de tefritidos, respecto a la zona sur (Apurímac, Cusco, Ayacucho, Huancavelica, Ica Moquegua, Tacna). Asimismo, reportó cinco y nueve especies de moscas de la fruta respectivamente para las regiones de Apurímac y Cusco. Sin embargo, Guevara (2013) reportó 18 especies de *Anastrepha* para la zonal Echarati, La Convención, Cusco. Creemos que, en el sur del país, existen más especies de tefritidos por reportar y/o descubrir, lo cual dependerá de los esfuerzos focales que se hagan por seguir estudiando este grupo de insectos, sobre todo en la sierra y selva del país.

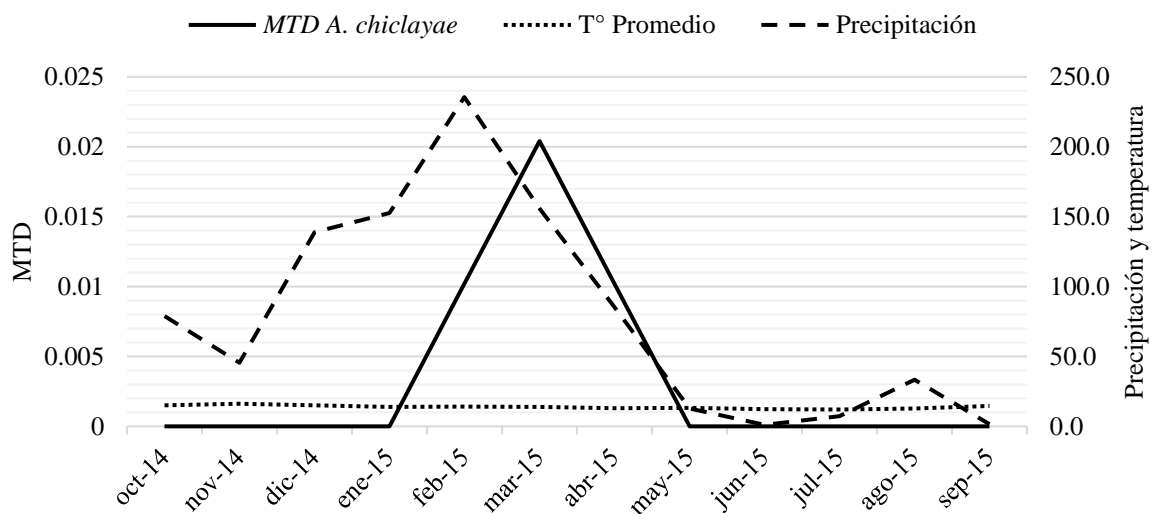


Figura 8. Fluctuación poblacional de *A. chichlayae*.

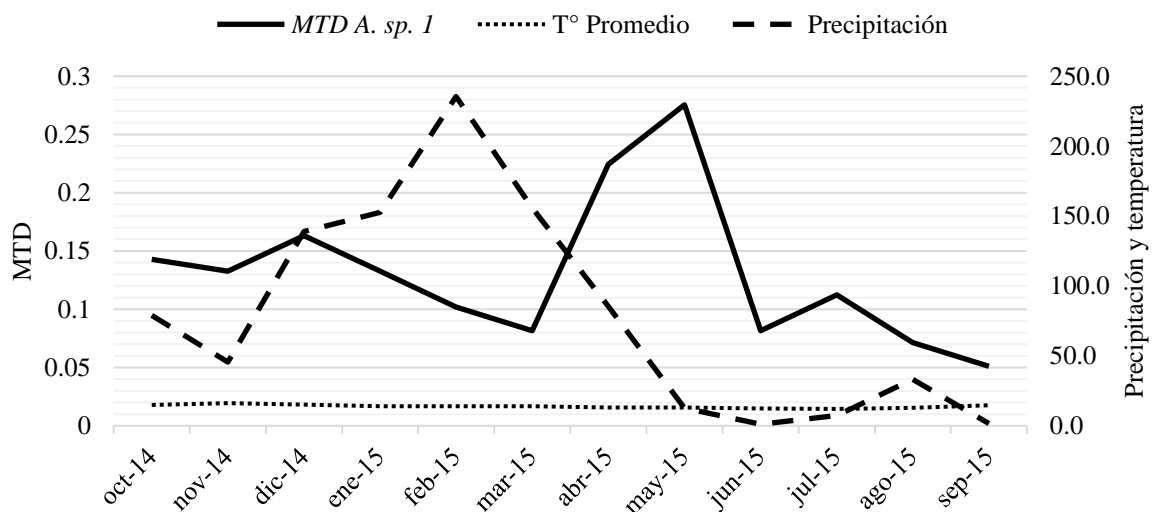


Figura 9. Fluctuación poblacional de *Anastrepha sp. 1*.



Individuos de *A. fraterculus*, *A. distincta* y *C. capitata* se presentaron en todas las colectas durante todo el año. Estas son especies multivoltinas que tienen varias generaciones al año. De hecho, *A. fraterculus*, *A. distincta* y *C. capitata* ocuparon en conjunto el 97% del total de insectos colectados, lo cual coincide con los estudios de Lemos *et al.* (2015), Herrera y Viñas (1977) y Ronchi-Teles y Da Silva (2005). Se observó que, en una determinada zona, aunque existan varias especies, dos o tres ocuparon en conjunto valores cercanos al 90% de frecuencia relativa. La dominancia de *A. fraterculus* es notada también en otras zonas geográficas (Herrera & Viñas, 1977; Gonzales *et al.*, 2011; Lemos *et al.*, 2015).

En casi todas las especies de moscas de la fruta, se capturaron más hembras que machos (Cuadro 3). La relación de sexos fue de 1:1.67 (machos: hembras). Esto puede deberse a un aspecto biológico ya que las hembras son las que van en busca de alimento una vez terminada la cópula, por lo cual al ser atraídas por el Buminal® son capturadas en las trampas Multilure (Aluja, 1993; Celedonio, 1997).

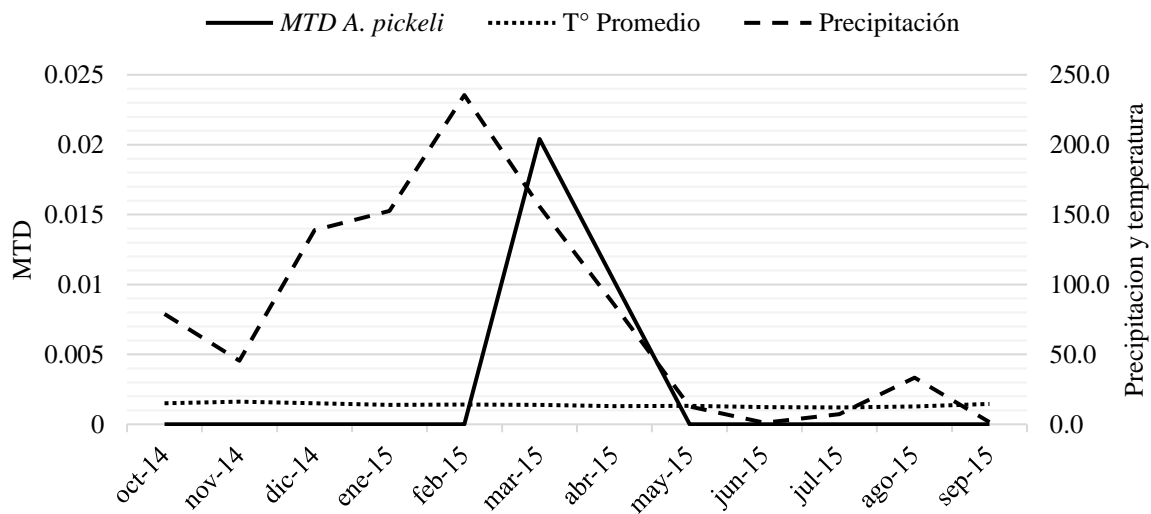


Figura 10. Fluctuación poblacional de *A. pickeli*.

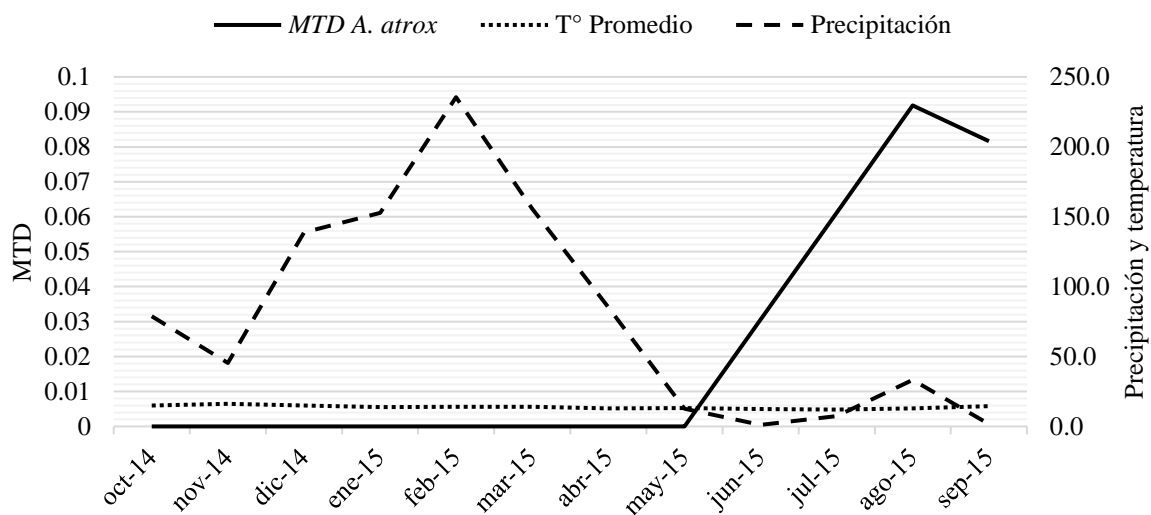


Figura 11. Fluctuación poblacional de *A. atrox*.

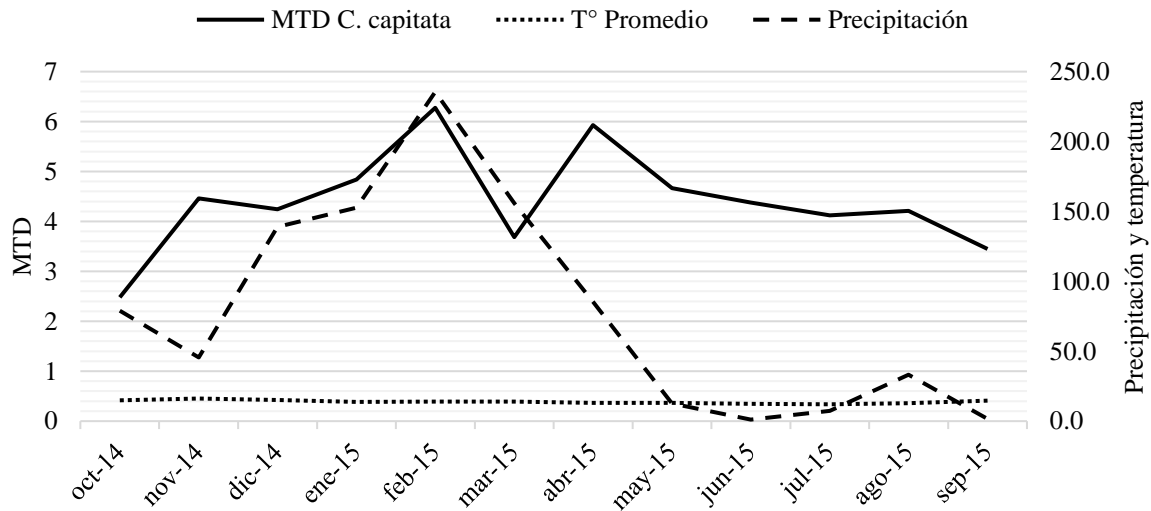


Figura 12. Fluctuación poblacional de *C. capitata*.

La relación entre moscas de la fruta y los factores bióticos y abióticos no está clara. Diversos estudios indican la relación o no de estos factores con la fluctuación poblacional de moscas de la fruta (Aluja, 1994; Herrera & Viñas, 1977; Wille, 1952; Tucuch Cauich *et al.*, 2008; Boscán & Godoy, 1986; Fehn, 1982; Lemos *et al.*, 2015; Gonzales *et al.*, 2011). Debido a que existen una serie de factores que no se han medido (humedad del aire, humedad del suelo, cantidad de hospedantes presentes, entre otras), este es un campo que merece más investigación para determinar con precisión cuales factores influyen en el desarrollo y proliferación de las moscas de la fruta. Se debe tener en cuenta que las poblaciones de moscas de la fruta pueden variar año a año de acuerdo con las condiciones climáticas y de la disponibilidad de alimento (Tucuch Cauich *et al.*, 2008).

Las mayores poblaciones de moscas de la fruta se presentaron en las épocas de lluvias y transición a secas (diciembre a mayo), aunque en esta última no se presentaron las mayores temperaturas, lo que contradice la creencia de que las condiciones climáticas determinan, en gran parte, el tamaño poblacional de las moscas de la fruta. Se debe resaltar, que los factores climáticos actúan de manera indirecta permitiendo la floración y fructificación de los hospedantes, lo que determina la elevación de la población de tefrítidos, también se debe analizar si la precipitación actúa como factor de mortalidad, como lo indican Aluja (1994) y Wille (1952), o si juega un rol importante en la emergencia del adulto, ya que estudios como los de Araujo *et al.* (2008), reportaron una clara relación de la población de moscas de la fruta con la humedad relativa, la cual, al tener relación directa con la precipitación, puede jugar un papel importante en la presencia de tefrítidos adultos. Asimismo, la precipitación podría dar lugar a que las pupas latentes que están en el suelo completen su desarrollo hasta el estado adulto, aunque *A. atrox* aparece en época de secas, en el mes de junio, un mes después de que su hospedante (*Cucurbita maxima*) presentó frutos maduros. Es de notar que el cultivo de *Cucurbita maxima* se hace de manera no programada en cualquier época del año siempre y cuando haya requerimiento del mismo y/o disponibilidad de riego.

Los picos poblacionales de las moscas de la fruta ocurrieron gracias a periodos de disponibilidad de hospedantes. Las poblaciones se elevaron en los meses de enero, febrero, marzo y abril (época de lluvias y transición a secas), cuando la mayoría los frutos se encontraron en etapa de maduración. Cuando se da la disponibilidad de hospedantes, se propicia la elevación y permanencia en el campo de moscas de la fruta aún después de los meses favorables, ya que existen todavía frutos caídos en la época de transición a secas,



cuando la población de moscas es más elevada, coincidiendo esto con Ronchi-Teles y Da Silva (2005) quienes indicaron que las mayores poblaciones de moscas de la fruta ocurren durante y después del periodo de mayor disponibilidad de hospedantes. La disponibilidad de alimento es el factor que mejor explica la fluctuación poblacional de la abundancia total de moscas de la fruta, lo cual coincide, entre otros estudios, con Valladares (2016), Ronchi-Teles y Da Silva (2005), Mora Narváez (2015), Lemos *et al.* (2015), Fehn (1982), Nolasco y Iannacone (2008), Gonzáles *et al.* (2011) y Tucuch Cauch *et al.* (2008).

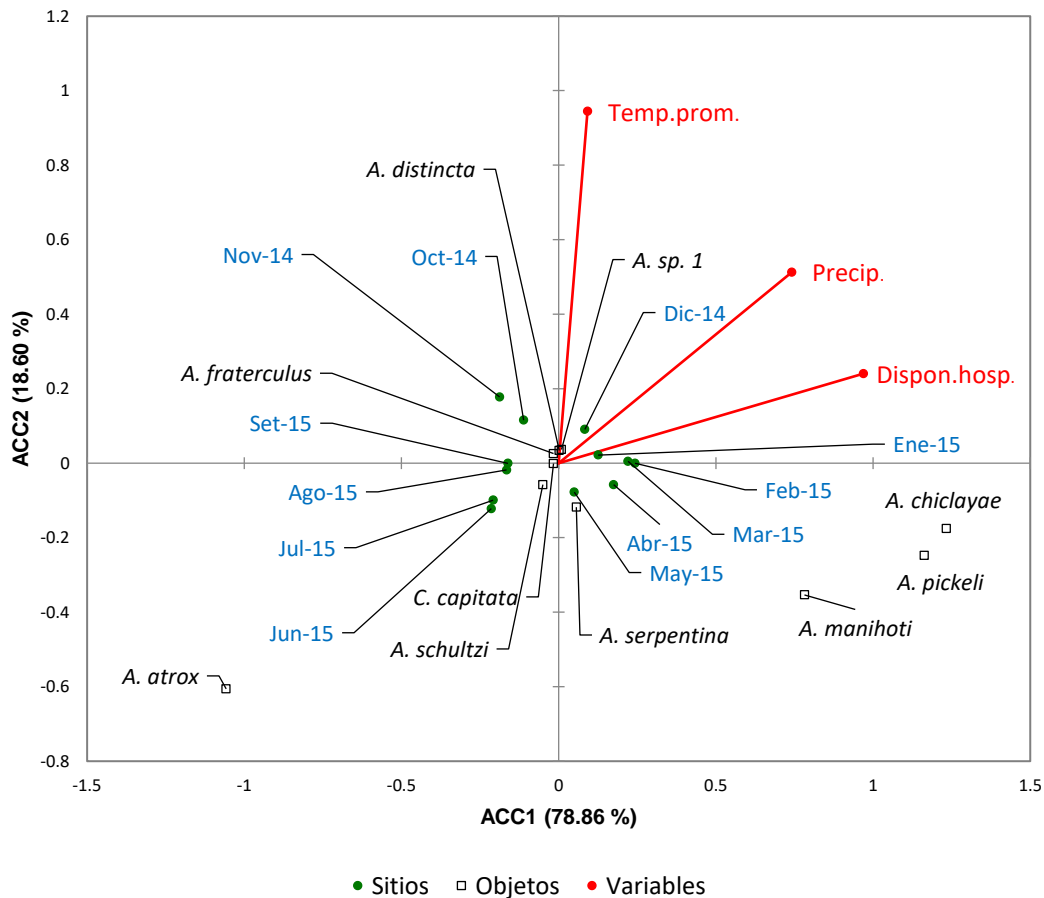


Figura 13. Análisis de correspondencia canónica. Relación entre mosca de la fruta y factores bióticos y abióticos

Las especies polífagas *A. fraterculus* y *C. capitata*, estuvieron presentes durante todo el año, aunque la elevación de sus poblaciones fue estacional. La especie oligófaga *A. distincta* estuvo presente durante todo el año y la elevación de su población también fue estacional. Las especies monófagas son *A. atrox*, *A. schultzi*, *A. manihoti*, *A. serpentina* y *Anastrepha* sp. 1. Con excepción de *A. schultzi* y *Anastrepha* sp. 1, su presencia fue estacional. La preferencia por los frutos puede variar en distintas regiones, por lo cual la investigación de nuevos hospedantes de moscas de la fruta debe hacerse constantemente, sobre todo, en potenciales hospedantes silvestres, ya que, algunas especies de importancia económica pueden infestar otros hospedantes si el hospedantes preferido desaparece (Montoya *et al.*, 2010). *Anastrepha fraterculus* y *A. distincta* tuvieron la mayor población respecto de las demás especies, lo cual es lógico ya que son las especies que tienen más hospedantes, lo que no ocurre con *A. serpentina*, *A. schultzi*, *Anastrepha* sp. 1, *A. manihoti* y *A. atrox*, las cuales tuvieron bajas poblaciones y solo se identificó a una especie hospedante,

respectivamente, en la zona de estudio. Por lo tanto, existe una relación directa entre la cantidad de hospedantes y la abundancia de la especie de tefrítido.

En todas las especies frutales se recuperó adultos de moscas de la fruta. La viabilidad pupal fue al menos de 50%, excepto en los frutos de *Pouteria lucuma* y *Cucurbita maxima* con 33.33% cada uno, lo cual indica que los tefrítidos proliferan con bastante éxito, sobre todo las especies con mayor abundancia. En el caso de las especies con más especificidad, como *A. serpentina*, *A. manihoti*, *Anastrepha* sp. 1 y *A. atrox*, se tuvo que muestrear frutos más veces para lograr recuperar adultos, y en el caso de *A. pickeli* y *A. chichlayae*, no se logró determinar sus hospedantes, probablemente porque sus poblaciones fueron muy bajas. No se consideró en el presente estudio la disponibilidad de hospedantes alternativos y silvestres que podrían ejercer influencia sobre las poblaciones de moscas de la fruta; esto explicaría la presencia de tefrítidos en épocas de ausencia de hospedantes preferidos, lo cual merece ser investigado.

Solo se colectaron tres ejemplares de *A. pickeli*, y cuatro ejemplares de *A. chichlayae*, y no se logró recuperar adultos de estas especies. Probablemente, los hospedantes de estas especies se encuentren fuera del área de estudio y fueron encontrados en las trampas porque estaban en busca de alimento. Asimismo, durante el proceso de recuperación de tefrítidos adultos, se observó la presencia del parasitoide *Doryctobracon* sp. (Braconidae), género asociado con varias especies de *Anastrepha* en Latinoamérica (Ovruski, 2000).

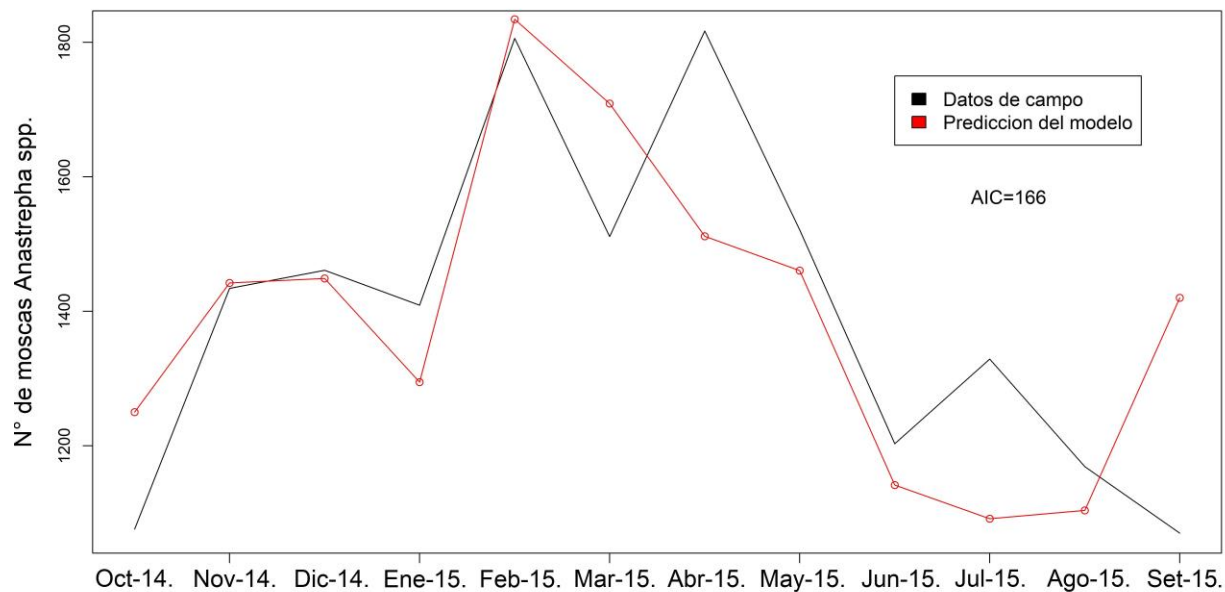


Figura 14. Modelo de fluctuación poblacional para *Anastrepha* spp.

**Cuadro 10.** Fenología anual de hospedantes durante el periodo de estudio.

Familia	Especie	Nombre	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S		
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i> L.	Mango	[Bar chart showing fruit presence from Oct to Sep]													
Annonaceae	<i>Annona cherimola</i> L.	Chirimoya	[Bar chart showing fruit presence from Oct to Sep]													
Cucurbitaceae	<i>Cucurbita maxima</i> Duchesne	Calabaza	[Bar chart showing fruit presence from Oct to Sep]													
Euphorbiaceae	<i>Manihot esculenta</i> Crantz	Yuca	[Bar chart showing fruit presence from Oct to Sep]													
Fabaceae	<i>Inga feuillei</i> DC.	Pacay	[Bar chart showing fruit presence from Oct to Sep]													
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> L.	Guayaba	[Bar chart showing fruit presence from Oct to Sep]													
Rosaceae	<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	Níspero japonés	[Bar chart showing fruit presence from Oct to Sep]													
	<i>Malus sylvestris</i> (L.) Mill.	Manzana	[Bar chart showing fruit presence from Oct to Sep]													
	<i>Fragaria × ananassa</i> (Duchesne ex Weston) Duchesne ex Rozier	Fresa	[Bar chart showing fruit presence from Oct to Sep]													
Rutaceae	<i>Citrus x aurantium</i> L.	Naranja agría	[Bar chart showing fruit presence from Oct to Sep]													
	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck var. huando	Naranja huando	[Bar chart showing fruit presence from Oct to Sep]													
	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck var. valencia	Naranja valencia	[Bar chart showing fruit presence from Oct to Sep]													
	<i>Citrus jambhiri</i> Lush.	Limón rugoso	[Bar chart showing fruit presence from Oct to Sep]													
	<i>Citrus paradisi</i> Macfad.	Pomelo	[Bar chart showing fruit presence from Oct to Sep]													
	<i>Citrus reticulata</i> Blanco	Mandarina	[Bar chart showing fruit presence from Oct to Sep]													
Sapotaceae	<i>Pouteria lucuma</i> (Ruiz & Pav.) Kuntze	Lúcuma	[Bar chart showing fruit presence from Oct to Sep]													

Ausencia de frutos	Pocos frutos	Abundantes frutos
--------------------	--------------	-------------------

En el caso de *Cucurbita maxima*, la presencia de frutos varía en función de su producción o no. Durante este estudio los frutos fueron colectados entre abril y mayo.

Cuadro 11. Índices de infestación y viabilidad pupal de moscas de la fruta *Anastrepha spp.* y *Ceratitis capitata*.

Hospedantes	M*	F	Peso (Kg)	P	Infestación Pupas. Kg ⁻¹	Especies	Viabilidad (%)
ANACARDIACEAE							
<i>Mangifera indica</i> (Mango)	1/3	3	0.660	2	3.03	<i>A. fraterculus</i> (1)	50.00
ANNONACEAE							
<i>Annona cherimola</i> (Chirimoya)	3/3	11	1.230	125	101.63	<i>A. fraterculus</i> (101)	80.8
CUCURBITACEAE							
<i>Cucurbita maxima</i> (Calabaza)	1/5	1	0.430	6	13.95	<i>A. atrox</i> (2)	33.33
EUPHORBIACEAE							
<i>Manihot esculenta</i> (Yuca)	1/4	5	0.120	2	16.67	<i>A. manihoti</i> (2)	100.00
FABACEAE							
<i>Inga feuilleei</i> (Pacay)	4/5	53	1.750	102	58.23	<i>A. fraterculus</i> (20) <i>A. distincta</i> (50) <i>A. schultzi</i> (2)	70.59
MYRTACEAE							
<i>Psidium guajava</i> (Guayaba)	3/3	24	1.920	168	87.5	<i>A. fraterculus</i> (74) <i>A. distincta</i> (25) <i>A. sp. 1</i> (5) <i>A. schultzi</i> (8)	66.67
ROSACEAE							
<i>Eriobotrya japonica</i> (Níspero japonés)	1/4	31	0.100	1 5	60	<i>A. fraterculus</i> (1) <i>C. capitata</i> (3)	100.00 60.00
<i>Malus sylvestris</i> (Manzana)	1/5	8	0.850	2	2.35	<i>C. capitata</i> (1)	50.00
<i>Fragaria x ananassa</i> (Fresa)	1/1	63	0.500	2	4	<i>C. capitata</i> (1)	50.00
RUTACEAE							
<i>Citrus x aurantium</i> (Naranja agria)	1/1	16	1.790	225	125.70	<i>C. capitata</i> (164)	72.89
<i>Citrus sinensis var. huando</i> (Naranja huando)	1/4	7	1.350	2	1.48	<i>A. fraterculus</i> (2)	100.00
<i>Citrus sinensis var. valencia</i> (Naranja valencia)	1/2	8	1.350	12 2	10.37	<i>C. capitata</i> (7) <i>A. fraterculus</i> (1)	58.30 50.00
<i>Citrus jambhiri</i> (Limón rugoso)	1/3	3	0.500	6	12	<i>C. capitata</i> (3)	50.00
<i>Citrus paradisi</i> (Pomelo)	2/3	8	2.145	17 1	8.39	<i>C. capitata</i> (13) <i>A. fraterculus</i> (1)	76.47 100.00
<i>Citrus reticulata</i> (Mandarina)	3/4	27	0.710	17 20	52.11	<i>C. capitata</i> (11) <i>A. fraterculus</i> (14)	64.71 70.00
SAPOTACEAE							
<i>Pouteria lucuma</i> (Lúcuma)	1/4	3	0.220	3	13.64	<i>A. serpentina</i> (1)	33.33

a/b* = N° muestras infestadas/N° total de muestras. Solo se presentan datos de las muestras infestadas. La viabilidad pupal en el caso de *Inga feuilleei* y *Psidium guajava* muestra un solo valor ya que no se pudo diferenciar las pupas a nivel de especies de *Anastrepha*. M*: Muéstras*; F: Frutos; P: Pupas.

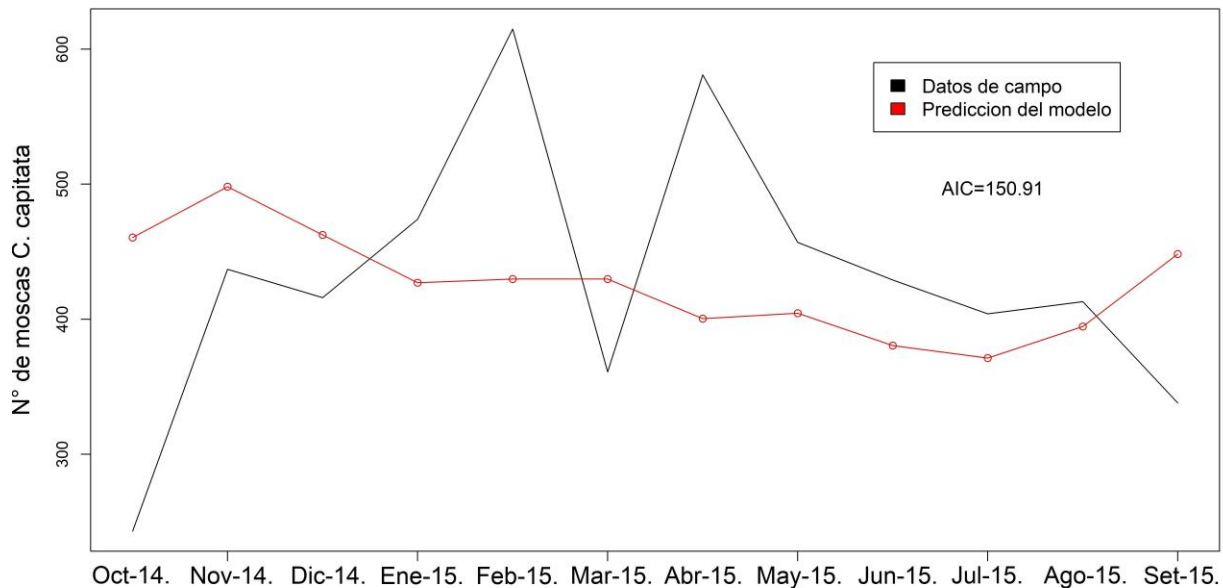


Figura 15. Modelo de fluctuación poblacional para *C. capitata*.

Cuadro 12. Hospedantes de mosca de la fruta *Anastrepha* spp. y *Ceratitidis capitata*.

Especie	Hospedantes
<i>Anastrepha atrox</i>	<i>Cucurbita maxima</i>
<i>Anastrepha distincta</i>	<i>Inga feuillei</i> , <i>Psidium guajava</i>
<i>Anastrepha fraterculus</i>	<i>Citrus sinensis</i> , <i>Citrus paradisi</i> , <i>Inga feuillei</i> , <i>Eriobotrya japónica</i> , <i>Mangifera indica</i> , <i>Annona cherimola</i> , <i>Psidium guajava</i>
<i>Anastrepha schultzi</i>	<i>Psidium guajava</i>
<i>Anastrepha manihoti</i>	<i>Manihot esculenta</i>
<i>Anastrepha serpentina</i>	<i>Pouteria lucuma</i>
<i>Anastrepha</i> sp. 1.	<i>Psidium guajava</i>
<i>Ceratitidis capitata</i>	<i>Citrus aurantium</i> , <i>Citrus sinensis</i> , <i>Citrus jambhiri</i> , <i>Citrus paradisi</i> , <i>Citrus reticulata</i> , <i>Malus sylvestris</i> , <i>Fragaria x ananassa</i>

AGRADECIMIENTOS. A la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco por el financiamiento otorgado, a Jackeline Mendoza Soto por sus valiosas recomendaciones, a Cesar Castro, Allen Norrbom y Cesar Girón por responder amablemente a las consultas, y a los dos revisores anónimos cuyos aportes contribuyeron para la mejor presentación de este estudio.

LITERATURA CITADA

- Aluja, M. (1993) Manejo Integrado de las Moscas de la Fruta. Primera Edición, Editorial Trillas, México, 251 pp.
- Aluja, M. (1994) Bionomics and management of *Anastrepha*. *Annual Review of Entomology*, 39, 155–78.

- Araujo, E., Bezerra, R., Guimarães, J., Gomes, J.** (2008) Levantamento e flutuação populacional de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em Goiaba *Psidium guajava* L., no Município de Russas (CE). *Caatinga*, 21 (1), 138–146.
- Boscán, N. E., Godoy, F.** (1986) Influencia de los factores meteorológicos sobre la fluctuación poblacional de *A. obliqua* Mcquart (Diptera: Tephritidae) en mango. *Agronomía Tropical*, 36 (1–3), 55–65.
- Caraballo, J.** (2001) Diagnosis y clave pictórica para las especies del género *Anastrepha* Schiner, 1868 (Diptera: Tephritidae) de importancia económica en Venezuela. *Entomotropica*, 16 (3), 157–164.
- Celedonio, H.** (1997) Fluctuación poblacional de adultos de moscas de la fruta en huertos frutales de diversas especies. Programa Moscamed DGSV-SAGAR. Tapachula, Chiapas, México. 213 pp.
- Conover, W. J.** (1999) Practical Nonparametric Statistics. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Corvalán, L.** (2004) Evaluación del índice 0,01 capturas/trampa/día como indicador de baja prevalencia de *Ceratitis capitata* (Wiedemann) en duraznos importados. *Agricultura Técnica*, 64 (1), 82–88.
- Conde-Blanco, E. A., Loza-Murguía, M. G., Asturizaga-Aruquipa, L. B., Ugarte-Anaya, D., Jiménez-Espinoza, R.** (2018) Modelo de fluctuación poblacional de moscas de la fruta *Ceratitis capitata* (Wiedemann 1824) y *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) en dos rutas en el municipio de Caranavi, Bolivia. *Journal of the Selva Andina Research Society*, 9 (1), 3–24.
- Fehn, L.** (1982) Influence of meteorological factors on the population fluctuation and dynamic of *Anastrepha* spp. *Pesquisa Agropecuaria*, 17 (4), 533–544.
- Flores, H. S., Hernández, E., Toledo, J.** (2012) Desarrollo de un sistema de cría artificial para *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae). *Acta Zoológica Mexicana*, 2 (28), 321–340.
- Gonzáles, M., Loza-Murguía M., Hugh S., Cuba, N., Almanza, J. C., Ruiz, M.** (2011) Dinámica poblacional de adultos de la mosca boliviana de la fruta *Anasterpha* sp. (Diptera: Tephritidae) en el Municipio de Coroico, Departamento de La Paz, Bolivia. *Journal of the Selva Andina Reserch Society*, 2 (2), 2–12.
- Guevara, T.** (2013) Taxonomía y fluctuación poblacional de moscas de la fruta (*Anastrepha* sp., Dip. Tephritidae) en la zonal Echarati (La Convención, Cusco). Tesis para optar al título profesional de Biólogo. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Cusco. Perú.
- Herrera, J., Viñas, L.** (1977) "Moscas de la fruta" (Dipt.: Tephritidae) en mangos de Chulucanas, Piura. *Revista de Peruana de Entomología*, 20 (1), 107–114.
- Jost, L., Gonzales-Oreja, J. A.** (2012) Midiendo la diversidad biológica: más allá del índice de Shannon. *Acta Zoológica Lilloana*, 1-2 (56), 3–14.
- Korytkowski, C. A.** (2001) Situación actual del género *Anastrepha* Schiner, 1968 (Diptera: Tephritidae) en el Perú. *Revista Peruana de Entomología*, 42, 97–158.
- Korytkowski, C. A.** (2008) *Manual para la identificación de moscas de la fruta del género Anastrepha Schiner, 1868*. Universidad de Panamá, Programa de Maestría en Entomología, Panamá, 139 pp.
- Lemos, L., Souza-Filho, M., Uramoto, K., Lopes, G., Zucchi, R.** (2015) Species of *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) in orchards of guavas: diversity, population fluctuation, and host phenology. *Agricultural Entomology*, 82, 1–5.
- Ministerio del Ambiente** (2015) *Mapa Nacional de Cobertura Vegetal: Memoria Descriptiva/ Ministerio del Ambiente*. Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. Lima, 105 pp.
- Montoya, P., Toledo, J., Hernández, E.** (2010) Moscas de la Fruta: Fundamentos y Procedimientos para su Manejo. Primera Edición. México: S y G Editores.
- Mora Narváez, L. C.** (2015) Identificación de especies de mosca de la fruta en zonas frutícolas del Cantón Paltas, Provincia de Loja. Loja. Tesis de Grado previa a la obtención del título de Ingeniera Agronómica, Loja, Ecuador.
- Nolasco, N., Iannacone, J.** (2008) Fluctuación estacional de moscas de la fruta *Anastrepha* spp. y *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae) en trampas McPhail, en Piura y en Ica, Perú. *Acta Zoológica Mexicana*, 24 (3), 35–44.



- Nolasco Alvarado, N. G.** (s.f.) Distribución Geográfica del Complejo *Anastrepha* spp. Schiner (Diptera: Tephritidae) "Moscas de la Fruta" en el Perú. Lima: SENASA.
- Norrbom, A. L.** (2010) Tephritidae (Fruit Flies, Moscas de Frutas). Pp. 909–954. In: Brown, B. V. (head), Borkent, A., Cumming, J. M., Wood, D. M., Woodley, N. E., Zumbado, M. A. (Eds.). *Manual of Central Neartic Diptera - Volume 2*. National Research Council of Canada, Ottawa.
- Norrbom, A. L., Korytkowski, C.** (2011) New species of and taxonomic notes on *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae). *Zootaxa*, 2740, 1–23.
- 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.
- R Core Team** (2016) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Ronchi-Teles, B., Da Silva, N. M.** (2005) Population fluctuation of *Anastrepha* Schiner (Diptera: Tephritidae) species in Manaus region, AM, Brazil. *Neotropical Entomology*, 34 (5), 733–742.
- Segura, D. F., Vera, M. T., Cladera, J. L.** (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 (1), 3–17.
- Silveira Neto, S., Nakano, O., Villa Nova, N. A.** (1976) *Manual de ecología dos insetos*. Agronomica Ceres, Sao Paulo, 419 pp.
- Steyskal, G. C.** (1977) *Pictorial key to species of the genus Anastrepha (Diptera: Tephritidae)*. Entomological Society of Washington, Washington, D. C, 35 pp.
- Stone, A.** (1942) *The fruitflies of the genus Anastrepha*. USDA. Miscellaneous Publication, No. 439, Washington, DC, 112 pp.
- Ter Braak, C. J. F.** (1986) Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology*, 67 (5), 1167–1179.
- Torres, C. A. S.** (2004) *Diversidade de espécies de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) e de seus parasitoides em cafeeiro (Coffea arabica L.)*. Vitória da Conquista: UESB, 2004, 71 p.
- Tucuch Cauch, F. M., Chi Que, G., Orona Castro, F.** (2008) Dinámica poblacional de adultos de mosca de la fruta *Anastrepha* sp. (Diptera: Tephritidae) en Campeche, México. *Agricultura Técnica en Mexico*, 3 (34), 341–347.
- Valladares, M.** (2016) Taxonomía de la "Mosca de la Fruta" (Diptera: Tephritidae) en el Santuario Histórico de Machupicchu. Tesis para optar al título profesional de Biólogo. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Cusco. Perú.
- Wille T. J. E.** (1952) *Entomología Agrícola del Perú*. Dirección General de Agricultura, Lima, 543 pp.