



Eficiencia de atrayentes caseros en el control de la mosca de la fruta (Tephritidae) en plantaciones de mango, Laredo, Perú

Efficiency of homemade attractants in the control of fruit flies (Tephritidae) in mango plantations, Laredo, Peru

Shirley Madeleine Valderrama-Alfaro^{1*}

¹Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de Trujillo, Av. Juan Pablo II s/n – Ciudad Universitaria, Trujillo, Perú

Shirley Madeleine Valderrama-Alfaro  <https://orcid.org/0000-0003-2627-7377>

Artículo Original

Recibido: 06 de julio de 2025

Aceptado: 22 de noviembre de 2025

Resumen

La mosca de la fruta (Diptera: Tephritidae) constituye una de las principales limitantes fitosanitarias en la producción de mango en la costa norte del Perú. El objetivo del estudio fue evaluar la eficiencia de atrayentes caseros en la captura de moscas de la fruta en plantaciones de mango en el sector La Merced, distrito de Laredo, Perú, entre agosto y noviembre de 2025. Se evaluaron cinco tratamientos (chicha de jora, jugo de naranja, jugo de piña, levadura y jugo de manzana) mediante trampas artesanales, con tres repeticiones por tratamiento y un periodo de exposición de 15 días. Se registró la abundancia de *Anastrepha fraterculus*, *Anastrepha distincta* y *Ceratitis capitata*, calculándose el índice Mosca-Trampa-Día (MTD). La chicha de jora presentó la mayor eficiencia de captura, con valores máximos de MTD para *A. fraterculus* y *A. distincta*. Se concluye que los atrayentes caseros constituyen una alternativa eficaz y de bajo costo para el monitoreo de moscas de la fruta en agroecosistemas de mango.

Palabras clave: *Anastrepha*, *Ceratitis*, atrayentes caseros, manejo integrado, mango.

Abstract

Fruit flies (Diptera: Tephritidae) represent a major phytosanitary constraint in mango production along the northern coast of Peru. This study aimed to evaluate the efficiency of homemade attractants for fruit fly capture in mango orchards located in the La Merced sector, Laredo district, Peru, between August and November 2025. Five treatments were assessed (chicha de jora, orange juice, pineapple juice, yeast, and apple juice) using artisanal traps, with three replicates per treatment and a 15-day exposure period. The abundance of *Anastrepha fraterculus*, *Anastrepha distincta*, and *Ceratitis capitata* was recorded, and the Fly-Trap-Day (FTD) index was calculated. Chicha de jora showed the highest capture efficiency, reaching the highest FTD values for *A. fraterculus* and *A. distincta*. The results indicate that homemade attractants constitute an effective and low-cost alternative for fruit fly monitoring and integrated management in mango agroecosystems.

Keywords: *Anastrepha*, *Ceratitis*, homemade attractants, integrated pest management, mango.

***Autor para correspondencia:** E. mail: smvalderrama@unitru.edu.pe

DOI: <http://dx.doi.org/10.17268/rebiol.2025.45.02.01>

Citar como:

Valderrama-Alfaro, S. (2025). Eficiencia de atrayentes caseros en el control de la mosca de la fruta (Tephritidae) en plantaciones de mango, Laredo, Perú. *REBIOL*, 45(2), 1–7.



1. Introducción

En América Latina, los géneros *Anastrepha* y *Ceratitis* (Diptera: Tephritidae) se encuentran entre las principales plagas que afectan la fruticultura, especialmente en cultivos de alto valor comercial como *Mangifera indica* L. (mango). Estas especies ocasionan importantes pérdidas económicas debido a los daños directos provocados por la oviposición y el desarrollo larval en los frutos, así como por las restricciones cuarentenarias que limitan el acceso a mercados nacionales e internacionales. En conjunto, estos factores convierten a las moscas de la fruta en una amenaza persistente para la sostenibilidad productiva y la competitividad del sector agrícola.

En el Perú, el mango constituye un cultivo estratégico dentro de la agroexportación; sin embargo, en la costa norte, las condiciones agroclimáticas favorecen la presencia y el desarrollo continuo de poblaciones de moscas de la fruta. En la región La Libertad, particularmente en el distrito de Laredo, la ocurrencia constante de tefritidos representa un riesgo fitosanitario relevante, lo que exige la implementación de estrategias de manejo eficientes, sostenibles y económicamente viables, especialmente para pequeños y medianos productores.

Tradicionalmente, el monitoreo y control de estas plagas se ha basado en el uso de atrayentes comerciales de naturaleza proteica o sintética, los cuales han demostrado alta eficacia en la captura de adultos. No obstante, su elevado costo y la dependencia de insumos externos limitan su adopción en sistemas de producción de menor escala, generando la necesidad de alternativas accesibles que permitan mantener una vigilancia fitosanitaria continua sin comprometer la rentabilidad del cultivo.

En este contexto, diversos estudios han evaluado el uso de atrayentes caseros elaborados a partir de subproductos agrícolas, fermentos naturales y jugos de frutas, reportando resultados promisorios en la captura

de moscas de la fruta, particularmente de hembras, cuya detección resulta clave para la estimación del riesgo poblacional. Sin embargo, la eficiencia de estos atrayentes puede variar según la especie objetivo, el cultivo y las condiciones agroclimáticas locales, lo que hace indispensable su validación bajo escenarios regionales específicos.

Por ello, la generación de información científica a nivel local resulta fundamental para optimizar las estrategias de manejo integrado de moscas de la fruta. En este sentido, la presente investigación tuvo como objetivo evaluar la eficiencia de diferentes atrayentes caseros en el control de moscas de la fruta (Tephritidae) en plantaciones de mango en el distrito de Laredo, Perú, contribuyendo al fortalecimiento de prácticas agrícolas sostenibles y a la toma de decisiones técnicas basadas en evidencia científica.

2. Materiales y métodos

2.1. Área de estudio

El estudio se desarrolló en parcelas productivas de *Mangifera indica* L. (mango), variedad criollo, ubicadas en el sector La Merced, distrito de Laredo, departamento de La Libertad, Perú. El monitoreo se realizó entre agosto y noviembre de 2025, periodo caracterizado por una temperatura promedio de 24 ± 2 °C. El área total evaluada fue de 1.5 ha, con un total de 258 árboles en producción distribuidos de manera homogénea en el sistema de cultivo.

2.2. Instalación de trampas

Se utilizaron trampas artesanales elaboradas a partir de botellas plásticas transparentes, cada una cargada con 100 mL del respectivo atrayente casero (Tabla 1). Las trampas se colocaron en el tercio medio del follaje de los árboles, seleccionados de manera aleatoria y dispuestos en un diseño en zigzag. Se evaluaron cinco tratamientos

con tres repeticiones cada uno, instalándose un total de 15 trampas en el área de estudio.

Tabla 1

Tratamientos y concentraciones de atrayentes caseros utilizados en el monitoreo de moscas de la fruta (Diptera: Tephritidae), 2025.

Tratamiento	Atrayente	Concentración (%)
T1	Chicha de jora	50
T2	Jugo de naranja	50
T3	Jugo de piña	50
T4	Levadura	25
T5	Jugo de manzana	50

2.3. Proceso de evaluación

Las trampas fueron evaluadas cada 15 días. El contenido de cada una fue recolectado en frascos de tapa hermética, debidamente rotulados, y trasladado al laboratorio de Entomología de la Universidad Nacional de Trujillo para su procesamiento. Se registró el número total de adultos capturados por trampa, la proporción de hembras y machos, la dominancia específica y la densidad poblacional, esta última expresada mediante el índice Mosca-Trampa-Día (MTD).

2.4. Determinación de especies

La determinación de las especies de la familia Tephritidae se realizó mediante claves taxonómicas especializadas, considerando características morfológicas del tórax, el ovipositor y el patrón de bandas alares. Para ello, se emplearon las claves propuestas por Korytkowski (1993a, 1993b, 2001), complementadas con las descripciones de Foote (1967), Ross et al. (1982), McAlpine (1989), Tejada (2002) y Norrbom (2006).

3. Resultados

Durante el periodo de estudio se registró un total de 218 individuos de moscas de la fruta (Diptera: Tephritidae) en plantaciones de mango del distrito de Laredo, Perú. Los especímenes capturados correspondieron mayoritariamente al género *Anastrepha* (94.8%), mientras que *Ceratitis capitata* representó una proporción reducida (5.2%). *Anastrepha fraterculus* fue la especie más abundante, con 104 individuos (47.7%), seguida de *Anastrepha distincta* con 99 individuos (45.4%), y *C. capitata* con 15 individuos (6.9%) (Tabla 2).

Tabla 2

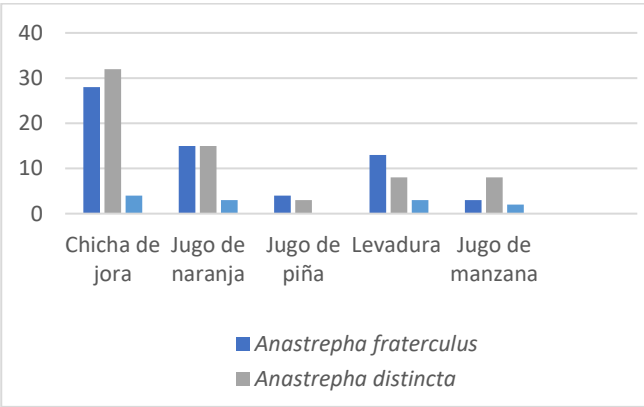
Número de adultos de moscas de la fruta (Diptera: Tephritidae) capturados en trampas caseras, según especie y sexo, durante el periodo agosto–noviembre de 2025.

Especie	Machos (♂)	Hembras (♀)	Total
<i>Anastrepha fraterculus</i>	41	63	104
<i>Anastrepha distincta</i>	33	66	99
<i>Ceratitis capitata</i>	3	12	15
Total	77	141	218

En cuanto a la estructura poblacional, se registró una mayor proporción de hembras respecto a machos en todas las especies evaluadas. Para el género *Anastrepha* se contabilizaron 129 hembras y 74 machos, lo que evidencia una mayor eficiencia de los atrayentes caseros en la captura de hembras (Tabla 2). El tratamiento chicha de jora (T1) presentó el mayor número de capturas de hembras tanto para *A. fraterculus* (28 individuos) como para *A. distincta* (32 individuos), seguido por jugo de naranja (T2) y levadura (T4). En contraste, los tratamientos jugo de piña (T3) y jugo de manzana (T5) mostraron una eficiencia reducida, sin registros de hembras durante el mes de agosto. Las capturas de *C. capitata* fueron bajas en todos los tratamientos (Figura 1).

Figura 1

Número de hembras de moscas de la fruta capturadas por tratamiento y especie durante el periodo agosto–noviembre de 2025.



A nivel temporal, se observó un incremento progresivo en la abundancia de moscas de la fruta desde agosto hasta noviembre, patrón consistente en las tres especies evaluadas (Tabla 3). *Anastrepha fraterculus* mantuvo la mayor abundancia durante todo el periodo de muestreo, alcanzando su máximo en noviembre, especialmente con el tratamiento chicha de jora (17 individuos), seguido por jugo de naranja (10 individuos). Los tratamientos levadura y jugo de manzana mostraron incrementos moderados hacia los meses finales del estudio, mientras que jugo de piña presentó de forma constante las menores capturas.

Tabla 3

Número de capturas de cada especie de mosca de la fruta por tratamiento, durante los meses de agosto a noviembre, 2025.

Especie	Anastrepha fraterculus				Anastrepha distincta				Ceratitis capitata			
	A	S	O	N	A	S	O	N	A	S	O	N
Chicha de jora	5	7	11	17	5	13	13	15	1	0	2	2
Jugo de naranja	3	5	7	10	4	5	4	11	1	1	0	1
Jugo de piña	2	2	1	3	2	1	1	1	0	0	0	0
Levadura	3	6	6	9	2	2	5	5	0	0	0	4
Jugo de manzana	0	2	2	3	2	2	4	3	2	0	1	0
Total	13	22	27	42	15	23	27	35	4	1	3	7

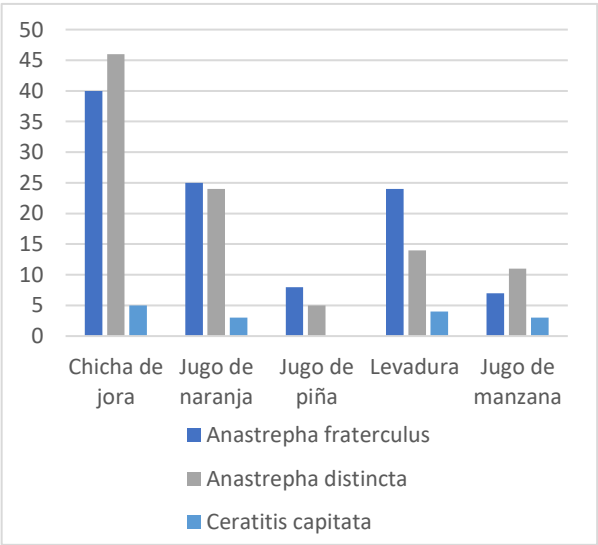
Donde; A: agosto; S: septiembre; O: octubre; N: noviembre

Número de hembras de moscas de la fruta capturadas por tratamiento y especie durante el periodo agosto–noviembre de 2025.

De manera general, la chicha de jora fue el atrayente casero más eficiente para la captura de moscas de la fruta, especialmente para las especies del género *Anastrepha*, seguida por el jugo de naranja. El jugo de piña fue consistentemente el atrayente menos efectivo (Figura 2).

Figura 2

Número de adultos de moscas de la fruta capturados por tratamiento y especie durante el periodo agosto–noviembre de 2025.



Los valores del índice Mosca–Trampa–Día (MTD) confirmaron estos resultados. La chicha de jora presentó los valores más altos de MTD para *A. distincta* (0.71) y *A.*

fraterculus (0.62), mientras que los tratamientos jugo de piña y jugo de manzana registraron los valores más bajos. Para *C. capitata*, los valores de MTD fueron bajos en todos los tratamientos, reflejando su menor abundancia relativa en el área de estudio (Tabla 4).

El análisis comparativo mostró diferencias significativas en la eficiencia de captura entre los atrayentes caseros ($p < 0.05$). Los tratamientos chicha de jora (T1) y levadura (T4) presentaron valores significativamente superiores en comparación con jugo de naranja (T2), jugo de piña (T3) y jugo de manzana (T5), confirmando su mayor eficiencia para el monitoreo de moscas de la fruta en plantaciones de mango.

Tabla 4

Valores de mosca trampa día para 3 especies de mosca de la fruta de la familia Tephritidae, periodo agosto-noviembre, 2025.

	<i>Anastrepha fraterculus</i>	<i>Anastrepha distincta</i>	<i>Ceratitis capitata</i>
T1	0.62	0.71	0.09
T2	0.33	0.33	0.07
T3	0.09	0.07	0.0
T4	0.29	0.18	0.07
T5	0.07	0.18	0.04

4. Discusión

Los resultados del presente estudio evidencian diferencias significativas en la eficiencia de los atrayentes caseros evaluados para el monitoreo de moscas de la fruta en plantaciones de mango en Laredo, Perú. La distribución de los adultos capturados mostró un marcado sesgo hacia el sexo femenino en las tres especies registradas, patrón ampliamente documentado en estudios sobre tefrítidos, donde los atrayentes alimenticios de naturaleza fermentativa o proteica atraen preferentemente hembras en búsqueda de recursos nutricionales necesarios para la maduración ovárica y la oviposición (Aluja et al., 2009; Epsky et al., 2014).

La elevada proporción de hembras observada en *Anastrepha distincta* sugiere una intensa actividad reproductiva de esta especie en el área de estudio, lo que incrementa el riesgo fitosanitario para los cultivos hospedantes. De acuerdo con Vargas et al. (2015), una mayor proporción de hembras en los sistemas de monitoreo constituye un indicador clave del potencial de infestación y de la dinámica poblacional futura, información crucial para la toma de decisiones en programas de manejo integrado.

La baja abundancia relativa de *Ceratitis capitata* registrada concuerda con estudios previos realizados en la costa norte del Perú, donde esta especie presenta poblaciones reducidas en comparación con las del género *Anastrepha*, especialmente en agroecosistemas dominados por frutales tropicales (Núñez-Bueno et al., 2020; SENASA, 2022). No obstante, la mayor proporción de hembras detectada para *C. capitata* resalta la necesidad de mantener su vigilancia continua, dada su elevada capacidad de dispersión y su relevancia cuarentenaria.

Las diferencias observadas entre tratamientos confirman que la chicha de jora fue el atrayente casero más eficiente, particularmente para especies del género *Anastrepha*. Este resultado puede atribuirse a su proceso de fermentación, el cual genera una mezcla compleja de compuestos volátiles —como alcoholes, ácidos orgánicos y aminas— ampliamente reconocidos por su alto poder atrayente para tefrítidos (Lasa & Cruz, 2014). Estudios previos han demostrado que los atrayentes fermentados incrementan significativamente la captura de *Anastrepha* spp. en comparación con soluciones frutales no fermentadas (Epsky et al., 2014; Hernández et al., 2021), lo que respalda los hallazgos del presente trabajo.

El incremento progresivo de las capturas hacia los meses de octubre y noviembre sugiere una mayor actividad poblacional asociada a condiciones ambientales favorables y a la mayor disponibilidad de hospederos,

patrón consistente con lo reportado en otros agroecosistemas tropicales (Conde-Blanco et al., 2018). Para *Anastrepha fraterculus* y *A. distincta*, la mayor eficiencia de la chicha de jora durante este periodo coincide con la intensificación de los ciclos reproductivos y la mayor demanda nutricional de los adultos, tal como ha sido descrito por Aluja et al. (2009).

Los valores del índice Mosca-Trampa-Día (MTD) reforzaron estos resultados, destacando a la chicha de jora como el único tratamiento que superó el umbral de 0.5 para ambas especies de *Anastrepha*, valor considerado indicativo de alta presión poblacional (SENASA, 2019). En contraste, los tratamientos a base de jugo de piña y jugo de manzana presentaron valores consistentemente bajos de MTD, lo que concuerda con reportes que señalan una menor eficiencia de jugos frescos no fermentados debido a su limitada emisión de compuestos nitrogenados atractivos (Lasa & Cruz, 2014).

En conjunto, los resultados confirman que los atrayentes caseros fermentativos, particularmente la chicha de jora, representan una alternativa eficiente, accesible y de bajo costo para el monitoreo poblacional de moscas de la fruta en plantaciones de mango. Su capacidad para capturar un mayor número de hembras los convierte en herramientas estratégicas para la detección temprana de incrementos poblacionales y la implementación oportuna de medidas dentro de programas de manejo integrado de plagas en agroecosistemas tropicales.

5. Conclusiones

El monitoreo realizado entre agosto y noviembre de 2025 evidenció la dominancia de *Anastrepha fraterculus* y *Anastrepha distincta* sobre *Ceratitis capitata*, confirmando que las especies del género *Anastrepha* constituyen las principales plagas de importancia económica en los agroecosistemas de mango del distrito de Laredo, Perú.

Los valores del índice Mosca-Trampa-Día (MTD) mostraron diferencias significativas entre los atrayentes

caseros evaluados, destacando a la chicha de jora como el tratamiento más eficiente para la captura de adultos, especialmente de hembras. Este atrayente se posiciona como una alternativa confiable, de bajo costo y técnicamente viable para el monitoreo poblacional y la toma de decisiones en programas de manejo integrado de moscas de la fruta en sistemas productivos de mango.

6. Recomendaciones

Se recomienda implementar de manera sistemática el uso de trampas caseras con chicha de jora como método principal de monitoreo en plantaciones de mango del sector La Merced, Laredo. Este atrayente, por su alta eficiencia y bajo costo, puede integrarse en programas de vigilancia fitosanitaria locales, permitiendo una detección temprana de brotes poblacionales de *Anastrepha fraterculus*, *Anastrepha distincta* y *Ceratitis capitata* contribuyendo a la reducción del riesgo de infestación y de pérdidas económicas asociadas.

7. Contribución de los autores

Toda la investigación, desde la concepción de la idea de investigación, diseño y revisión de datos que se expone fue realizado por la autora.

8. Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

9. Referencias Bibliográficas

- Alomía Lucero, J. (2017). *Evaluación de especies de moscas de la fruta y sus hospederos en Satipo, Junín* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://repositorio.uncp.edu.pe/server/api/core/bitstreams/9f6964dd-d2d4-4f10-801b-04bf85798fb0/content>
- Alomía Lucero, J., & Castro, P. (2023). Géneros de moscas de la fruta, plantas hospedantes y control en la zona de Satipo. *Revista Agroecológica del Perú*, 12(3), 45–58. <https://www.researchgate.net/publication/357868582>
- Aluja, M., Piñero, J., Jácome, I., Díaz-Fleischer, F., & Sivinski, J. (2009). Behavior of flies in the genus *Anastrepha* (Trypetinae: Toxotrypanini). En M. Aluja & A. L. Norrbom (Eds.), *Fruit flies (Tephritidae): Phylogeny and evolution of behavior* (pp. 375–406). CRC Press.
- Aluja, M., & Norrbom, A. L. (2021). *Fruit flies (Tephritidae): Phylogeny and evolution of behavior*. CRC Press.
- Choque Condo, A. C. (2025). *Determinación de especies y hospederos de*

- moscas de la fruta (Diptera: Tephritidae) en el Perú* [Informe técnico]. Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú (SENASA).
- Conde-Blanco, E., Loza-Murguía, M., Asturizaga-Aruquipa, L., 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 del municipio de Caranavi, Bolivia. *Journal of the Selva Andina Research Society*, 9(1), 2–24.
- Delgado, R., Valverde, A., & Peña, D. (2021). Manejo de plagas en cultivos de mango en regiones tropicales. *Revista de Agricultura Tropical*, 5(2), 45–58.
- Epsky, N. D., Heath, R. R., Dueben, B. D., Lauzon, C. R., & Prokopy, R. J. (2014). Attraction of *Anastrepha* fruit flies (Diptera: Tephritidae) to proteinaceous baits. *Journal of Economic Entomology*, 107(3), 897–905. <https://doi.org/10.1603/EC13532>
- Footo, R. H. (1967). Tephritidae (Trypetidae, Trupaneidae). En P. E. Vanzolini & N. Papavero (Eds.), *A catalogue of the Diptera of the Americas* (pp. 1–57). Departamento de Zoología, São Paulo, Brasil.
- Hernández López, R., López Martínez, V., Juárez López, P., Alía Tejacal, I., Guillén Sánchez, D., & Hernández Pérez, R. (2021). Evaluación de atrayentes alimenticios y trampas para la captura de moscas de la fruta (Diptera: Tephritidae) en naranja (*Citrus sinensis* L.) en Tepalcingo, Morelos, México. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 4(3), 68–77.
- Juárez, Y. J. (2018). *Evaluación de atrayentes alimenticios en capturas de moscas de la fruta en el cultivo de guayaba taiwanesa (Psidium guajava L.) en el municipio de El Jicaral, León, Nicaragua* [Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria]. <https://repositorio.una.edu.ni/4328/>
- Korytkowski, C. A. (1993a). *Manual de identificación de moscas de la fruta. Parte II: Género Anastrepha* Schiner, 1868. Universidad de Panamá.
- Korytkowski, C. A. (1993b). *Manual de identificación de moscas de la fruta. Parte I: Generalidades sobre clasificación y evolución de Acalyptratae*. Universidad de Panamá.
- Korytkowski, C. A. (2001). Situación actual del género *Anastrepha* Schiner, 1868 (Diptera: Tephritidae) en el Perú. *Revista Peruana de Entomología*, 42, 97–158.
- Lasa, R., & Cruz, A. (2014). Efficacy of new commercial traps and the lure Ceratrap® against *Anastrepha obliqua* (Diptera: Tephritidae). *The Florida Entomologist*, 97(4), 1369–1377.
- McAlpine, J. F. (1989). Phylogeny and classification of the Muscomorpha. En J. F. McAlpine & D. M. Wood (Eds.), *Manual of Nearctic Diptera* (Vol. 3, pp. 1397–1518). Agriculture Canada.
- Montoya, P., Toledo, J., & Hernández, E. (2010). *Moscas de la fruta: Fundamentos y procedimientos para su manejo*. S y G Editores.
- Norrbom, A. L. (2006). *Fruit fly (Diptera: Tephritidae) classification and diversity*. United States Department of Agriculture. <http://www.sel.barc.usda.gov/diptera/tephriti/Tephclas.htm>
- Núñez-Bueno, L., Valderrama, M., & Chávez, J. (2020). Distribución y abundancia de moscas de la fruta en la costa norte del Perú. *Revista Peruana de Entomología*, 56(1), 45–54.
- Ramos-Peña, L. (2017). *Evaluación de la diversidad de moscas de la fruta (Diptera: Tephritidae) en Abancay, Apurímac* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac].
- Ramos-Peña, L., & Paredes, M. (2019). Registros de *Anastrepha* spp. en frutales nativos de Apurímac. *Revista Peruana de Entomología*, 23(1), 45–52.
- Ross, H. H., Ross, C. A., & Ross, J. R. (1982). *A textbook of entomology* (4th ed.). John Wiley & Sons.
- Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú. (2019). *Informe anual del Programa Nacional de Control y Erradicación de Moscas de la Fruta*. SENASA.
- Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú. (2022). *Programa nacional de vigilancia y control de moscas de la fruta*. SENASA.
- Tejada, G. H. (2002). *Manual de identificación taxonómica: Especies de Anastrepha más frecuentes en trampas McPhail*. MINAG–SENASA.
- Valenzuela, D. (2022). *Evaluación de la incidencia de Ceratitis capitata en mango (Mangifera indica) en Casma, Áncash* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Santa].
- Vargas, R. I., Leblanc, L., Putoa, R., & Eitam, A. (2015). Impact of protein bait sprays on fruit fly populations. *Journal of Applied Entomology*, 139(7), 515–527. <https://doi.org/10.1111/jen.12191>