



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

**ABUNDANCIA, FLUCTUACIÓN
POBLACIONAL Y EVALUACION DE
ATRAYENTES ALIMENTICIOS DE *Drosophila
suzukii* y *Zaprionus indianus* (Diptera:
Drosophilidae) EN HIGO EN AYALA,
MORELOS, MÉXICO.**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
DOCTOR EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
DESARROLLO RURAL**

P R E S E N T A:

M.en C. LILIANA ARIOS CARO

DIRECTOR DE TESIS:

Dr. Víctor López Martínez

Cuernavaca, Morelos, a 15 de junio de 2023



FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS

ABUNDANCIA, FLUCTUACIÓN POBLACIONAL Y EVALUACION DE
ATRAYENTES ALIMENTICIOS DE *Drosophila suzukii* y *Zaprionus indianus*
(Diptera: Drosophilidae) EN HIGO EN AYALA, MORELOS, MÉXICO.

Tesis realizada por **Liliana Arios Caro**, Bajo la dirección del comité Revisor indicado,
aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:
Doctor en Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural

COMITÉ REVISOR

Director de tesis: _____

Dr. Víctor López Martínez

Revisor: _____

Dr. Iran Alia Tejacal

Revisor. _____

Dr. Oscar Gabriel Villegas Torres

Revisor. _____

Dr. Porfirio Juárez López

Revisor. _____

Dr. Álvaro Castañeda Vildozola

Revisor. _____

Dr. Luis Martín Hernández Fuentes

Revisor. _____

Dra. Nidia Bélgica Pérez De La O

Cuernavaca, Morelos a 15 de junio de 2023

AGRADECIMIENTOS

Al posgrado en ciencias agropecuarias y desarrollo rural por permitirme continuar con mis estudios.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo económico brindado para la realización de este trabajo.

Agradezco al Dr. Víctor López Martínez por su apoyo brindado para la realización de este trabajo.

Agradezco al Mtro. Vladimir Lezama López por todo su apoyo, en el trascurso de mi carrera.

También agradezco al Dr. Óscar Gabriel Villegas torres, Dr. Irán Alia Tejacal, Porfirio Juárez López Dr. Álvaro Castañeda Vildozóla, Dr. Luis Martin Hernández fuentes, Dra. Nidia Bélgica Pérez de la O y al Dr. Dagoberto Guillen Sánchez por las sugerencias y atención durante la revisión de la tesis.

Agradezco a los productores de higo de la localidad de Xalostoc por permitir que este trabajo se realizara en sus huertas.

Y a todas las personas que colaboraron para la realización de esta tesis.

DEDICATORIA

A DIOS por darme la fuerza necesaria para la realización de todos mis proyectos

A mis padres

A quienes les debo todo lo que soy, por todo lo que me han enseñado por su amor incondicional, gracias por siempre creer en mí.

A mi esposo e hijos

Porque son mi fuerza para seguir adelante, por su apoyo y su amor gracias por estar siempre a mi lado.

A mis hermanas y cuñados gracias por todo su apoyo y por todas las flores que me reiniciaban la vida.

ÍNDICE GENERAL

	Páginas
ÍNDICE GENERAL.....	v
ÍNDICE DE TABLAS CAPITULO I.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS CAPITULO I	ix
ÍNDICE DE FIGURAS CAPITULO II	ix
ÍNDICE DE FIGURAS CAPITULO III	x
Resumen general.....	xi
Abstract	xiii
1. Introducción general.....	1
Objetivo general	3
Objetivos específicos	3
Hipótesis.....	3
Bibliografía citada.....	4
Capítulo 1. Cebos alimentarios y trampas para el seguimiento de <i>Drosophila Suzukii</i> y <i>Zapronius Indianus</i> “Drosophilidae” en huertos de higueras	6
Resumen.....	7
Abstract	8
Introducción.....	9
Materiales y métodos	12
Ubicación del experimento.....	12
Trampas y cebos alimentarios	12

Diseño experimental.....	12
Determinación entomológica	13
Análisis de datos	13
Índice de moscas trampa día (MTD)	14
Resultados y discusión.....	14
Primera etapa del experimento	14
Índice MTD	15
Segundo ensayo	17
Trampas y cebos alimenticios	17
Índice MTD	20
Conclusión.....	22
Referencias Citadas	23
Capítulo 2. Las capturas de adultos de dos drosófilidos (Diptera: Drosophilidae) de importancia económica no se relacionan con la fenología del fruto de higo en campo	28
Resumen	30
Abstract	31
Introducción.....	32
Materiales y Métodos	35
Colocación de trampas y cebos	35
Trampas y cebos.....	35
3. Selección de frutos	36
Variables no destructivas	37
Variables destructivas	37
Análisis estadístico	38

Cálculo de índice Moscas Trampa Día (MTD)	38
4. Resultados y Discusión	39
Crecimiento del fruto	39
Luminosidad	40
Cromaticidad.....	40
Matiz	40
Cambios químicos y físicos.....	42
Cálculo de índice Moscas Trampa Día (MTD).....	43
Discusión.....	45
Cálculo de índice Moscas Trampa Día (MTD)	47
Análisis de correlación	47
Literatura citada.....	49
Capítulo 3. Cebos alimenticios naturales no capturan adultos de <i>Zaprionus indianus</i> y <i>Drosophila suzukii</i> en plantaciones de higo.....	54
Resumen.....	56
Abstract	57
Introducción.....	58
Materiales y métodos	59
Cálculo de índice Moscas Trampa Día (MTD)	61
Resultados	61
Discusión.....	62
Agradecimientos.....	64
Bibliografía citada.....	64
Anexo1.....	70

ÍNDICE DE TABLAS CAPITULO I

Páginas

Tabla 1. Índice de prevalencia poblacional de moscas trampa día (MTD), valores máximos y mínimos calculados para <i>Drosophila suzukii</i> con diferentes trampas y cebos alimenticios en higos de Morelos, México (noviembre-diciembre 2018).....	16
Tabla 2. Índice de prevalencia poblacional de moscas trampa día (MTD), valores máximos y mínimos calculados para <i>Zaprionus indianus</i> con diferentes trampas y cebos alimenticios en higos de Morelos, México (noviembre-diciembre 2018).....	16
Tabla 3. Índice de prevalencia poblacional de moscas trampa día (MTD), valores máximos y mínimos calculados para <i>Drosophila suzukii</i> con diferentes trampas y cebos alimenticios en higos de Morelos, México (julio-agosto 2019).....	20
Tabla 4. Índice de prevalencia poblacional de moscas trampa día (MTD), valores máximos y mínimos calculados para <i>Zaprionus indianus</i> con diferentes trampas y cebos alimenticios en higos de Morelos, México (julio-agosto 2019).....	21

ÍNDICE DE TABLAS CAPITULO III

Tabla 1. Niveles de prevalencia de poblaciones de dos drosofilidos de importancia económica en higo en Morelos, México.	67
--	----

ÍNDICE DE FIGURAS CAPITULO I

Figura 1. Capturas de adultos de *Drosophila suzukii* (A) y *Zaprionus indianus* (B) en trampas con distintos cebos alimenticios en higo, México (noviembre-diciembre 2018). AC: trampa artesanal + Cera Trap[®]; AS: trampa artesanal+ Suzukii[®] trap; ASWD: trampa artesanal + Pherocon SWD[®] Dual-Lure; MC: trampa Multilure[®] + Cera Trap[®]; MS: trampa Multilure[®] + Suzukii[®] trap; MSWD: trampa Multilure[®] + Pherocon SWD[®] Dual-Lure; PC: trampa Pherocon[®] + Cera Trap[®]; PS: trampa Pherocon[®] + Suzukii[®] trap; PSWD: trampa Pherocon[®] + Pherocon SWD[®] Dual-Lure. 15

Figura 2. Capturas de adultos de *Drosophila suzukii* (A) y *Zaprionus indianus* (B) en trampas con distintos cebos alimenticios en higo, México (julio-agosto 2019). AC: trampa artesanal + Cera Trap[®]; AS: trampa artesanal+ Suzukii[®] trap; ASWD: trampa artesanal + Pherocon SWD[®] Dual-Lure; MC: trampa Multilure[®] + Cera Trap[®]; MS: trampa Multilure[®] + Suzukii[®] trap; MSWD: trampa Multilure[®] + Pherocon SWD[®] Dual-Lure; PC: trampa Pherocon[®] + Cera Trap[®]; PS: trampa Pherocon[®] + Suzukii[®] trap; PSWD: trampa Pherocon[®] + Pherocon SWD[®] Dual-Lure 18

ÍNDICE DE FIGURAS CAPITULO II

Figura 1. A) Trampa tipo cubeta con atrayente Suzukii trap[®] (Bioiberica, España); B) atrayente SWD[®] doble señuelo (Trécé, Inc., Estados Unidos)..... 36

Cálculo de índice Moscas Trampa Día (MTD)..... 38

Figura 2. Crecimiento de fruto de higo variedad 'Black Mission' provenientes de huertos ubicados en Ayala, Morelos, México. A. Diámetro polar, B, Diámetro ecuatorial (cada punto representa la media de cuatro observaciones). 39

Figura 3. Luminosidad (A), Cromaticidad (B) y Matiz (C) de frutos de higo de la variedad 'Black Mission' provenientes de huertos ubicados en Ayala, Morelos (cada punto representa la media de cuatro observaciones)..... 41

Figura 4. Cambios físicos y químicos de frutos de higo de la variedad 'Black Mission' provenientes de huertos ubicados en Ayala, Morelos. A. Sólidos solubles totales, B.

Acidez titulable, C. Peso, C. Firmeza (cada punto representa la media de cuatro observaciones).....	42
Figura 5. Índice Moscas Trampa Día de <i>Zaprionus indianus</i> (A) y <i>Drosophila suzukii</i> (B), con dos cebos alimenticios en huertos de higo de la variedad 'Black Mission' en Ayala, Morelos, México.	43

ÍNDICE DE FIGURAS CAPITULO III

Figura 1. Trampa tipo cubeta con vaso dispensador.....	60
Figura 2. Captura de adultos <i>D. suzukii</i> (A) y <i>Z. indianus</i> (B) en trampas con distintos cebos alimenticios en higo. P+L: plátano con levadura, HM: higo maduro, A+L: azúcar con levadura, VM: vinagre de manzana, SWD: Pherocom SWD.	68
Figura 3. Nivel poblacional de <i>Drosophila suzukii</i> (A) y <i>Zaprionus indianus</i> (B) con diferentes cebos alimenticios en huertas de higo en Morelos. P+L: platano con levadura, HM: Higo maduro, A+L: azúcar con levadura, VM: Vinagre de manzana, SWD: Pherocom SWD.	68

Resumen general

Drosophila suzukii Matsumura, y *Zaprionus indianus* Gupta (Diptera: Drosophilidae) son plagas invasivas que atacan cultivos de higo. El trabajo fue realizado en Ayala, Morelos, México (18.734206, -98.915858). Se realizaron tres experimentos.

En el primero se utilizaron tres tipos de trampas, dos comerciales [Multilure[®] (Ferommis, México) y Pherocon[™] SWD (Trécé, Inc., United States)] y una trampa artesanal. Como atrayentes se emplearon Suzukii Trap[®] (Bioibérica, Spain), Pherocon SWD[®] doble señuelo (Ferommis, México) y Cera Trap[®] (Bioibérica, Spain). Se analizaron dos factores, tipo de trampa (tres niveles) y tipo de cebos (tres niveles); la combinación de ambos factores produjo nueve tratamientos. Estas trampas fueron expuestas por seis semanas en dos diferentes periodos, noviembre-diciembre 2018 y julio-agosto 2019, en el primer periodo hubo más capturas siendo la trampa artesanal con cebo SWD[®] la más efectiva, en el segundo periodo la trampa artesanal con cebo SWD[®] y Suzukii trap[®] fueron las más efectivas para capturar *Z. indianus*, sin embargo, ninguno de los tratamientos fue importantes para la captura de *D. suzukii*.

En el segundo experimento se evaluó la presencia de *Z. indianus* y *D. suzukii* con relación al crecimiento y maduración del fruto, se colocaron trampas tipo cubeta, y como atrayente se utilizó cebo Pherocon SWD[®] doble señuelo (Ferommis, México), se seleccionaron frutos de 20 días de cuajado y se midió de manera semanal el diámetro polar y ecuatorial, las trampas fueron expuestas hasta que los frutos llegaron a su madurez comercial, cada quince días se cosechaban 36 frutos los cuales fueron llevados al laboratorio de la facultad para realizar evaluaciones de peso, color, grados brix, acidez titulable, firmeza, diámetro polar, después de obtener estos valores se realizó una correlación de Pearson en donde los resultados para ambas especies fueron correlaciones medias positivas y significativas con las variables de cromaticidad, luminosidad y firmeza, también obtuvieron correlaciones negativas y significativas con las variables matiz, solidos solubles totales y acidez titulable.

El tercer experimento se estableció en Xalostoc, Ayala Morelos, México, en dos huertas comerciales. Se realizó un experimento con cuatro tratamientos T1 (Plátano y levadura), T2 (higo maduro), T3 (azúcar y levadura), T4 (vinagre de manzana) T5 testigo (cebo comercial Pherocom SWD). Se utilizaron trampas tipo cubeta. El diseño experimental fue completamente al azar. Se colectaron 2,702 especímenes el 10.4% (282) fueron adultos de *D. suzukii* y 89.6 % (2,420) de *Z. indianus*. Se obtuvieron diferencias significativas entre tratamientos. El tratamiento 5 superó el resto de los tratamientos para ambas especies, obteniendo un promedio mayor de número de moscas capturadas por especies. El nivel poblacional mayor fue en la segunda semana de estudio con los tratamientos 1 y 5. El resto de los tratamientos no mostraron ningún nivel poblacional relevante en ninguno de los muestreos. Solo los tratamientos 1 y 5 son adecuados para la captura de estas moscas.

Palabras clave: Trampas, señuelos, higos, vinagre de manzana *Drosophila suzukii*, *Zaprionus indianus*.

Abstract

Drosophila suzukii Matsumura, and *Zaprionus indianus* Gupta (Diptera: drosophilidae) are invasive pests that attack fig crops. The work was carried out in Ayala, Morelos, Mexico (18.734206, -98.915858). Three experiments were carried out.

In the first, three types of traps were used, two commercial [Multilure® (Ferommis, Mexico) and Pherocon™ SWD (Trécé, Inc., United States)] and one artisanal. Suzukii Trap® (Bioibérica, Spain), Pherocon SWD® double lure (Ferommis, Mexico) and Cera Trap® (Bioibérica, Spain) were used as attractants. Two factors were analyzed, type of trap (three levels) and type of baits (three levels); the combination of both factors produced nine treatments. These traps were exposed for six weeks in two different periods, November-December 2018 and July-August 2019, in the first period there were more captures, the artisanal trap with SWD® bait being the most effective, in the second period the artisanal trap with bait SWD® and Suzukii trap® were the most effective to capture *Z. indianus*, however none of the treatments were important for the capture of *D. suzukii*.

In the second experiment, the presence of *Z. indianus* and *D. suzukii* was evaluated in relation to the ficus fruit growth and maturation. Bucket-type traps were placed, and Pherocon SWD® double lure was used as bait (Ferommis, Mexico). Fruits with 20 ripening days were and the polar and equatorial diameter was evaluated weekly. Traps were exposed until the fruits reached their commercial ripening, every fifteen days 36 fruits were cut and taken to the laboratory for evaluations of weight, color, brix degrees, titratable acidity, firmness, polar diameter. After obtaining these variables, a Pearson correlation was performed. Results for both species were positive and significant, mean correlations of fruit flies captures with chromaticity, luminosity, firmness were detected for both species, negative and significant correlations with hue, total soluble solids and titratable acidity was reported.

In the third experiment, four treatments were tested in the locality of Xalostoc, Ayala, Morelos, Mexico, in two orchards. T1 (banana and yeast), T2 (ripened fig), T3 (sugar and yeast), T4 (apple cider vinegar), and T5 control (Pherocon SWD commercial bait). Bucket traps were used. The experimental design was a completely randomly.

2,702 specimens were collected, 10.4% (282) were adults of *D. suzukii* and 89.6% (2,420) of *Z. indianus*. Significant differences were obtained between treatments, treatment 5 exceeded the rest of the treatments for both species, obtaining a higher average number of flies captured by species. The highest population level was in the second week of the study with Treatment 1 and 5. The rest of the treatments did not show any relevant population level in any of the samplings, only Treatment 1 and 5, are adequate for the capture of these flies.

Keywords: Traps, lures, figs, apple cider vinegar *Drosophila suzukii*, *Zaprionus indianus*.

1. Introducción general

La familia Drosophilidae contiene a los géneros *Zaprionus* y *Drosophila*, catalogados de importancia agrícola (Markow y O'Grady, 2006). *Drosophila suzukii* (Matsumura) se ha convertido en una especie de plaga invasora en todo el mundo en regiones frutícolas (Walsh *et al.*, 2011; Asplen *et al.*, 2015; Klick *et al.*, 2016). Esta mosca es nativa del Sudeste asiático (Asplen *et al.*, 2015). Además de infestar plantas silvestres, *D. suzukii* también infesta cultivos de alto valor comercial, como frutas de hueso, arándanos, fresas, frambuesas, moras, ciruelas, e higos (Burrack *et al.*, 2013; Klick *et al.*, 2016). Las hembras tienen un ovipositor en forma de sierra el cual les permite perforar la pulpa blanda de la fruta madura (Atallah *et al.*, 2014). A diferencia de otras moscas drosófilidas que ovipositan en la fruta en descomposición, *D. suzukii* prefiere frutos maduros y aun adheridos a la planta (Karageorgi *et al.*, 2017).

Por otro lado, *Zaprionus indianus* (Gupta) es nativa de África. Se registró por primera vez en Brasil en plantaciones de higo (Vilela, 1999) y en México se detectó en 2002 en Chiapas (Castrezana, 2007). Ambas especies representan un problema fitosanitario en higo.

La higuera (*Ficus carica* L., Moraceae) es originaria de la zona mediterránea de Asia sud-occidental, es quizás, la primera planta domesticada por el hombre (Kisley *et al.*, 2006). El cultivo de la higuera se encuentra distribuido en las regiones de clima templado y en algunas regiones tropicales y subtropicales. Su gran rusticidad ha permitido su cultivo en la mayor parte de los suelos (González *et al.*, 2011). A nivel mundial, la superficie cultivada de higuera supera las 302,116 ha, con producción estimada de 1,361,981 ton. Actualmente, Turquía es el país con mayor producción en el mundo, con volumen de producción de 320,000 ton en 2021 (FAOSTAT, 2021). En México la producción de higos ha sido tradicionalmente en huertas familiares para autoconsumo, con comercialización local (Macias *et al.*, 2015); hoy en día la demanda de este cultivo se incrementó por la proximidad de los mercados extranjeros como Estados Unidos y Canadá (SADER, 2020), la superficie sembrada con este cultivo en 2019 fue de 1,809 ha, con producción total de 11,896 ton (SIAP, 2020) y valor estimado de 215 millones de pesos (SIAP, 2020). Las áreas de

producción más importantes se encuentran en Baja California, Puebla, Veracruz y Morelos, siendo este último el principal estado productor, aunque de nivel tecnológico más bajo que los anteriores (SENASICA, 2018).

El primer capítulo aborda la efectividad de trampas y cebos comerciales para la captura de *Z. indianus* y *D. suzukii*; el segundo aborda la correlación entre aspectos de la fenología del fruto de la higuera y la presencia de *Z. indianus* y *D. suzukii*; mientras que el tercero, analiza la efectividad de cebos a base de fermentos para la captura de *Z. indianus* y *D. suzukii*.

Objetivo general

Determinar la abundancia y fluctuación temporal de *D. suzukii* y *Z. indianus* (Diptera: Drosophilidae) en huertas de higo en Ayala, Morelos, México.

Objetivos específicos

- Evaluar la efectividad de trampas y cebos alimenticios comerciales, en la captura de adultos de las especies *Z. indianus* y *D. suzukii* (Diptera: Drosophilidae) en el cultivo de higo.
- Determinar la correlación entre el número de adultos de *Z. indianus* y *D. suzukii* (Diptera: Drosophilidae) y las variables contenido de sólidos solubles, acidez titulable y menor firmeza de la epidermis
- Evaluar la efectividad cebos naturales a base de frutos, fermentos y vinagre en la captura de adultos de *Z. indianus* y *D. suzukii* (Diptera: Drosophilidae) en huertos comerciales de higo.

Hipótesis

- La combinación de diferentes trampas y atrayentes presenta diferencia significativa para la captura de *Z. indianus* y *D. suzukii* en higo.
- La mayor cantidad de *Z. indianus* y *D. suzukii* se presentarán cuando el fruto tenga un alto contenido de sólidos solubles totales, acidez titulable, y cuando disminuya la firmeza de la epidermis.
- *Z. indianus* y *D. suzukii* son atraídas por las levaduras que se encuentran en frutas en descomposición.

Bibliografía citada

- Asplen MK, Anfora G, Biondi A, Choi DS, Chu D, Daane KM., Gilbert P, Gutiérrez, AP, Hoelmer KA. (2015). Invasion biology of spotted Drosophila (*Drosophila suzukii*): a global perspective and future priorities. *Journal of Pest Science*, 88, 469-494. <https://doi.org/10.1007/s10340-015-0681-z>
- Atallah J, Teixeira L, Salazar R, Zaragoza G, Artyom K. (2014). The making of a pest: the evolution of a fruit-penetrating ovipositor in *Drosophila suzukii* and related species. *Proc R Soc B.*, 281, 20132840. <https://doi.org/10.1098/rspb.2013.2840>
- Burrack HJ, Fernández GE, Spivey T, Kraus DA. (2013). Variation in selection and utilization of host crops in the field and laboratory by *Drosophila suzukii* Matsumura (Diptera: Drosophilidae), an invasive frugivore. *Pest Management Science*, 69, 117380. <https://doi.org/10.1002/ps.3489>
- Castrezana S. (2007). New records of *Zaprionus indianus* Gupta, 1970 (Diptera, Drosophilidae) in North America and a key to identify some *Zaprionus* species deposited in the *Drosophila* Tucson Stock Center. *Dros Inf Serv.*90:34-6.
- FAOSTAT. (Food and Agriculture Organization). (2021). FAO data base <http://faostat.fao.org> (fecha de acceso 13 de enero 2023).
- González AM, Grajal MJ. (2011). Higueras de Canarias. Caracterización morfológica de variedades. Instituto Canario de Investigaciones Agrarias. Islas Canarias, España.
- Karageorgi M, Bräcker LB, Lebreton S, Minervino C, Cavey M, Siju KP, Prud'homme B. (2017). La evolución de múltiples sistemas sensoriales impulsa un nuevo comportamiento de puesta de huevos en la plaga de frutas *Drosophila suzukii*. *Biología actual*, 27, 847-853.
- Kisley ME, Hartmann A, Bar-Yosef O. (2006). Early domesticated fig in the Jordan Valley. *Science*, 312, 1372-1374.
- Klic, J., Yang WQ., Lee, JC, Bruck DJ. (2016). Programas de fumigación reducidos para el manejo de *Drosophila suzukii* en cultivos de bayas. *Pest Management*, 62, 368-377.

- Macías H, González MR, Rodríguez MP, Villalobos JAM, Castorena MMV. (2015). Acodo aéreo: alternativa para la producción intensiva de higo desde el primer año de plantación en macro túneles. *Agrofaz*, 15, 81-89.
- Markow TA, O'Grady P. (2006). Key to species, pp. 85-142. In *Drosophila: A Guide to Species Identification and Use*. Academic Press, Cambridge, MA
- SADER (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural). (2019). Producción de higo en Morelos. <https://www.gob.mx/agricultura%7Cmorelos/articulos/morelos-Principal-productor-de-higo-ha-nivel-nacional>. Acceso: 23 de febrero de 2023
- SENASICA. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. Campaña Nacional contra Moscas nativas de la fruta (2018). <http://www.senasica.gob.mx/?id=4605>. Acceso: 13 enero de 2023.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera) [Internet]. (2020). Anuario estadístico de la producción agrícola. 13 de enero 2023. Disponible en <http://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/> Acceso:23 de febrero de 2023
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera) [Internet]. (2020). Anuario estadístico de la producción agrícola. 13 de enero 2023. Disponible
- Vilela CR. (1999). Is *Zaprionus indianus* Gupta, 1970 (Diptera, Drosophilidae) currently colonizing the Neotropical Region. *Drosoph Inf Serv.*; 82:37-9.
- Walsh DB, Bolda MP, Goodhue RE, Dreves AJ, O'Neil SD, Zalom FG. (2011). *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae): Invasive pest of ripening soft fruit expanding its geographic range and damage potential. *Journal of Integrated Pest Management*, 106, 289–295.

Capítulo 1. Cebos alimentarios y trampas para el seguimiento de *Drosophila Suzukii* y *Zapronius Indianus* “Drosophilidae” en huertos de higueras

Objetivo general

Determinar la abundancia y fluctuación temporal de *D. suzukii* y *Z. indianus* (Diptera: Drosophilidae) en higo en Ayala, Morelos, México.

Objetivo específico

Evaluar la efectividad de trampas y cebos alimenticios comerciales, en la captura de adultos de las especies *Z. indianus* y *D. suzukii* (Diptera: Drosophilidae) en el cultivo de higo.

Hipótesis

La combinación de diferentes trampas y atrayentes presenta diferencia significativa ($\alpha = 0.05$) para la captura de *Z. indianus* y *D. suzukii* en higo.

Resumen

Drosophila suzukii Matsumura y *Zaprionus indianus* Gupta (Diptera: Drosophilidae) son plagas invasoras que atacan el cultivo de higo en México. Monitorear la densidad de las 'poblaciones' de moscas de la fruta es la principal herramienta para tomar el control y opciones de acción. En el caso de las moscas de la fruta, el uso de cebos alimenticios y trampas es una práctica habitual en frutas y producción de hortalizas. Sin embargo, las higueras locales se caracterizan por un bajo nivel tecnológico, con una búsqueda constante de opciones económicas y prácticas para mejorar su calidad e ingresos. Aquí probamos tres trampas (dos de fabricantes formales y una plástica hecha a mano) y tres cebos alimenticios para colecta adultos de *D. suzukii* y *Z. indianus*. Se realizaron dos ensayos en diferentes periodos, noviembre-diciembre 2018 y julio-agosto 2019 en huertas locales. Las trampas hechas a mano con frascos de plástico y cebos comerciales mostraron un buen comportamiento frente a las trampas comerciales, para las dos moscas de la fruta en ambos periodos de evaluación. Se discute el papel del diseño de trampas hechas a mano en la eficiencia de atracción para la recolección de moscas de la fruta. Se considera una región de estudio con un alto nivel poblacional de *D. suzukii* y *Z. indianus*.

Palabras clave: Trampas, higos, plagas invasoras, *Drosophila suzukii*, *Zaprionus indianus*.

Abstract

Drosophila suzukii Matsumura and *Zaprionus indianus* Gupta (Diptera: Drosophilidae) are invasive pests that attack fig crops in Mexico. Monitoring fruit flies 'populations' density is the main tool for taking control action choices. In the case of fruit flies, the use of food baits and traps is a regular practice in fruit and vegetable production. However, local fig growers are characterized by a low technological level, with a constant search for economical and practical options to improve their quality and incomes. Here we tested three traps (two from formal manufacturers and one plastic handmade) and three food baits for collecting adults of *D. suzukii* and *Z. indianus*. Two trials were conducted in different periods, November-December 2018 and July-August 2019 in local fig orchards. Handmade plastic jar traps baited with commercial food baits showed good performance against commercial traps, for the two fruit flies in both evaluation periods. The role of the handmade trap design in the attraction efficiency for fruit flies collection is discussed. The region of study is considered with a high population level of *D. suzukii* and *Z. indianus*.

Keywords: Traps, figs, invasive pests *Drosophila suzukii*, *Zaprionus indianus*

Introducción

La higuera (*Ficus carica* L., Moraceae) es una planta nativa del suroeste del mediterráneo y es considerada la primera planta domesticada por el hombre (Kisley *et al.*, 2006). El cultivo, se encuentra distribuido en zonas templadas, tropicales y subtropicales, su rusticidad ha permitido que se cultive en gran diversidad de suelos (González y Grajal 2011). La superficie cultivada a nivel mundial supera las 376,100 hectáreas, con una producción estimada de 1,064.400 toneladas; Turquía se considera el principal productor de higos (FAO, 2013). En México, la superficie cultivada reportada en 2018 fue de 1,357 ha, un volumen de producción de 7,700 toneladas y un valor económico de 8 millones de dólares (SIAP, 2018). La zona de producción más importante está concentrada en el centro del estado de Morelos, caracterizada por su bajo nivel tecnológico (SENASICA, 2016). La principal herramienta para el manejo de plagas es la aplicación periódica de plaguicidas químicos. Recientemente, dos especies de Drosophilidae (Insecta: Diptera) han estado afectando la calidad fitosanitaria de la fruta: *Drosophila suzukii* Matsumura y *Zaprionus indianus* Gupta (Bautista *et al.*, 2017; Domínguez *et al.*, 2021) son consideradas plagas devastadoras de fresa, durazno, moras, higos y frutas pequeñas con epicarpio delgado (SENASICA 2018; Burrack *et al.*, 2013; Asplen *et al.*, 2015). *Drosophila suzukii* es originaria del sudeste asiático descrita en Japón en 1931 (Sarto y Sorribas 2011). En México, *D. suzukii* fue reportada como especie invasora en 2011 y se consideró presente en solo un municipio: Los Reyes (Michoacán) (NAPPO, 2011). Actualmente es considerado presente y bajo control gubernamental, aunque sólo en algunas áreas con hospedantes cultivados cumple con la definición formal de plaga cuarentenaria (Domínguez *et al.*, 2021; García *et al.* 2016). A diferencia de otras moscas drosófilas, *D. suzukii* se caracteriza por tener un ovipositor dentado, utilizado para cortar fácilmente el epicarpio para ovipositar en frutos maduros, o llegando a la maduración; esta especie se alimenta de frutas en descomposición (Atallah *et al.*, 2014; Muslimah *et al.*, 2019). *Zaprionus indianus* fue reportado por primera vez en América en frutos de higo en Brasil, causando pérdidas de 40 a 50% en huertos comerciales, y donde fue nombrada como la mosca del higo de África (Vilela *et al.*, 1999). Fue detectado en México por primera

vez en Chiapas en 2002 (Castrezana, 2007), a pesar de que ha recibido poca atención, su distribución se incluye en cultivos pertenecientes a siete entidades federales (Bautista *et al.*, 2017; Domínguez *et al.*, 2021; Castrezana, 2007). En el higo se considera una plaga importante (Vilela y Goñi 2015). *Zaprionus indianus* a diferencia de *D. suzukii* no tiene un ovipositor aserrado, esta mosca oviposita alrededor del ostiolo, cuando las larvas emergen penetran por el ostiolo alimentándose del higo (Joshi *et al.*, 2014). El seguimiento es una herramienta importante para determinar y conocer la presencia/ausencia de plagas en un cultivo y permite tomar decisiones correctas para su gestión integrada (Harmon, 2019) Para moscas de la fruta, el diseño de la trampa y la alimentación de los cebos influyen en la captura de adultos (Lee *et al.*, 2012; Lasa *et al.*, 2014). El diseño de la trampa debe ser atractivo para moscas de la fruta, con capacidad de almacenamiento temporal del cebo alimenticio, y con espacio para la liberación de los compuestos del cebo; al mismo tiempo, el cebo alimenticio tiene que ser el señuelo correcto y podría actuar como el mecanismo de retención (Thomas *et al.*, 2001). Como parte de las estrategias implementadas para el manejo de estos drosófilos, se colocan trampas para seguimiento de poblaciones adultas en la producción de higos, ha sido implementado en áreas y regiones con riesgo de invasión (SENASICA, 2015). El monitoreo con trampas permite determinar la presencia o ausencia de adultos drosófilos y para calcular las fluctuaciones de la población. Las trampas utilizadas por los productores locales son botes de plástico. Estos botes son cebados con vinagre de manzana, y son colocados en cuadrantes separados a 1 km (SENASICA, 2016). Existen diferentes tipos de cebos, comerciales y caseros a base de vinagre de manzana, vino y levadura, y han sido evaluados para el seguimiento de estas moscas (Harmon *et al.*, 2109). Sin embargo, el vinagre de manzana tiene el potencial de atraer una amplia diversidad de especies de moscas Drosophilidae incluidas las especies no objetivo, y otras especies de dípteros, lepidópteros, himenópteros y coleópteros (Zhu *et al.*, 2003; Qian *et al.*, 2013). Existen trampas comerciales (Multilure[®] y Pherocon SWD[®]) y atrayentes alimenticios (Pherocom SWD[®] Doble señuelo, Suzukii Trap[®]) y son recomendados para monitoreo para estas y otras moscas de la fruta, pero nunca han sido probados en huertas

comerciales en condiciones para Morelos. El propósito de este trabajo fue evaluar la eficacia de los cebos comerciales y trampas para monitorear adultos drosófilos (Insecta: Diptera) con importancia económica para el higo cultivado en Morelos, México.

Materiales y métodos

Ubicación del experimento

La investigación se llevó a cabo en huertas comerciales de higo, variedad Black 'Mission', cultivada en Ayala, Morelos, México (18.734206° -98.915858). El clima de la región es cálido subhúmedo con temperatura media anual de 24°C (INIFAP, 2017).

Trampas y cebos alimentarios

Dos trampas comerciales, Multilure[®] (Ferommis, México) y Pherocon SWD[®] (Trécé, Inc., Estados Unidos Unidos) y un bote de plástico hecha a mano, fueron utilizados. Las trampas artesanales fueron hechas con botes de plástico de un litro con tapa, con 10 agujeros de 4 mm alrededor del recipiente superior y una base roja (SENASICA, 2016; Cárdenas y Chavero 2014). Como cebos alimenticios, Suzukii Trap[®] (Bioibérica, España), Pherocon SWD[®] Dual-Lure[®] (Ferommis, México), y Cera Trap[®] (Agrotecnología Alternativa, S.A. de C.V., México) fueron evaluados doscientos cincuenta mililitros de cebos líquidos (Suzukii Trap[®] y Cera Trap[®]) fue colocado por trampa, para Pherocon SWD[®] Dual-Lure, se adjuntó un dispensador en el interior de las trampas y agua jabonosa (5%) fue utilizado para la retención de insectos.

Diseño experimental

Se analizaron dos factores, trampa (con tres niveles) y cebo alimenticio (tres niveles), la combinación de ambos factores produjo nueve tratamientos 1) bote de plástico hecho a mano-Cera trap[®]; 2) bote de plástico hecho a mano-Suzukii Trap[®]; 3) bote de Plástico hecho a mano-Pherocon SWD[®] Dual-Lure[®]; 4) Multilure[®]-Cera trap[®]; 5) Multilure[®]-Trampa Suzukii[®]; 6) Multilure[®]- Pherocon SWD[®] Dual-Lure[®]; 7) Pherocon[®]-Cera trap[®]; 8) Pherocon[®]-Suzukii Trap[®]; y 9) Pherocon[®]-Pherocon SWD[®] Dual-Lure[®]. El diseño experimental fue en bloques, completos al azar, cada tratamiento tuvo cuatro repeticiones. Las trampas se revisaron semanalmente y en cada fecha de muestreo los tratamientos fueron aleatorizados para evitar cualquier sesgo posicional. El contenido de las trampas era filtrado con un colador fino, las

moscas se colocaban en frascos con alcohol al 70%, y el cebo de las trampas era reemplazado semanalmente.

La distancia de separación entre trampas fue de 20 m y entre hileras de 30 m, las trampas se colocaron a $\frac{3}{4}$ altura de los árboles, evitando la exposición directa al sol.

Determinación entomológica

Todos los especímenes capturados fueron preservados en alcohol 70% y se trasladaron al laboratorio de Producción Agrícola de la Facultad De Ciencias Agropecuarias, en donde fueron montados con técnicas estándar del grupo e identificados con claves taxonómicas (Miller *et al.*, 2017).

Análisis de datos

Los datos se sometieron a pruebas de normalidad y homogeneidad de varianza por especie, posteriormente se realizó la comparación de medias por tratamiento (ANOVA), y en donde se registraron diferencias significativas se aplicó la prueba de Fisher ($\alpha= 0.05$). En el segundo muestreo los datos fueron transformados, con $(\sqrt{X} + 0.5)$ para normalizar la distribución y homogeneizar las variaciones antes del análisis, esto debido a que los datos no pasaron la prueba de homogeneidad de varianza

Índice de moscas trampa día (MTD)

Es un índice de infestación empleado para conocer la presencia relativa de moscas de la fruta en un área y periodo determinado en México, empleado para moscas de la fruta nativas del género *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae); es la base en la toma de decisiones de manejo de poblaciones de tefrítidos (Sosa *et al.*, 2017). El índice fue calculado por especies de Drosophilidae y por tratamiento, de acuerdo con lo propuesto por SENASICA.

$$\text{MTD} = M/(\text{TxD})$$

Dónde:

M= Número de moscas colectadas

T = Número total de trampas revisadas

D = Número de días en que esas trampas estuvieron expuestas el campo

MTD se expresa en el formato 0.0000 (Barclay *et al.*, 2016), nivel la prevalencia se categoriza como alta (≥ 0.0100), baja ($\leq 0,0100$), y ausente (0,0000).

Resultados y discusión

Primera etapa del experimento

Se recolectaron 4,458 ejemplares, el 8.0 % (373) fueron adultos de *D. suzukii* y 92 % (4,285) de *Z. indianus*. El atrayente Pherocon SWD[®] Dual-Lure capturó más moscas de *Z. indianus* y fue el más selectivo, ya que no atrae a muchas especies no objetivo. El atrayente comercial Suzukii Trap[®], fue más efectivo para capturar moscas de *D. suzukii*, sin embargo, este atrayente también captura especies no objetivo de la familia Drosophilidae, afectando la fauna nativa.

Se obtuvieron diferencias significativas entre tratamientos donde la combinación trampa Artesanal+ Pherocon SWD[®] Dual-Lure superó el resto de los tratamientos, obteniendo un promedio mayor de numero de moscas capturadas por especie, capturando 44.6% especímenes de *Z. indianus*, 13.0% para *D. suzukii*, (figura 2 y 3), sin embargo el tratamiento más efectivo para las captura de *D. suzukii* fue Multilure[®]+Suzukii Trap[®] capturando 25% especímenes en seis semanas que las

trampas estuvieron expuestas sin embargo este cebo atrae moscas drosófilas no objetivo. Las trampas cebadas con Cera Trap®, no obtuvieron captura de especímenes de ambas especies durante la evaluación (Figuras 1A y 1B).

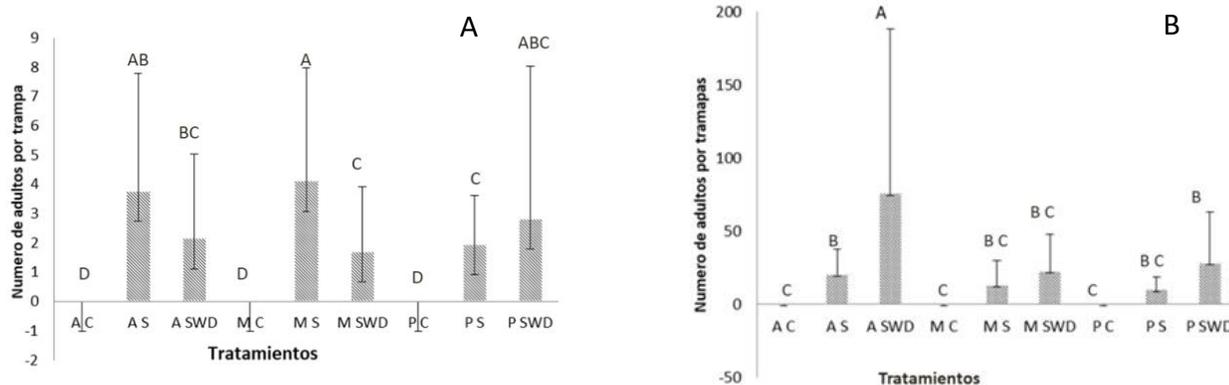


Figura 1. Capturas de adultos de *Drosophila suzukii* (A) y *Zaprionus indianus* (B) en trampas con distintos cebos alimenticios en higo, México (noviembre-diciembre 2018). AC: trampa artesanal + Cera Trap®; AS: trampa artesanal+ Suzukii® trap; ASWD: trampa artesanal + Pherocon SWD® Dual-Lure; MC: trampa Multilure® + Cera Trap®; MS: trampa Multilure® + Suzukii® trap; MSWD: trampa Multilure® + Pherocon SWD® Dual-Lure; PC: trampa Pherocon® + Cera Trap®; PS: trampa Pherocon® + Suzukii® trap; PSWD: trampa Pherocon® + Pherocon SWD® Dual-Lure.

Índice MTD

La interacción entre trampas y cebos alimenticios afecta el nivel de prevalencia poblacional calculado para *D. suzukii*: El mayor valor del índice MTD fue calculado con trampa Multilure® y Suzukii trap® como cebo alimenticio y son similares cuando este cebo alimenticio se usa con trampas hechas a mano. La trampa Pherocon® más el cebo Pherocon SWD® Dual Lure® tuvieron un valor similar a la combinación de la trampa Multilure® y la trampa Suzukii® (Tabla 1). El resto de los tratamientos mostraron menor sensibilidad la cual se ve reflejada en un menor índice MTD. Los Cebos alimenticios Suzukii trap® y Pherocon SWD® Dual-Lure® cuando se usaron con las tres trampas calcularon una alta prevalencia poblacional para *D. suzukii*.

Tabla 1. Índice de prevalencia poblacional de moscas trampa día (MTD), valores máximos y mínimos calculados para *Drosophila suzukii* con diferentes trampas y cebos alimenticios en higos de Morelos, México (noviembre-diciembre 2018).

Trampa/Cebo	Nivel de prevalencia máximo	Nivel de prevalencia mínimo	Semanas con valores de prevalencia de 0
Artesanal + Cera Trap	0.0000	0.0000	6
Artesanal + Suzukii trap	0.9200	0.2500	0
Artesanal + SWD	0.8500	0.0700	0
Multilure + Cera Trap	0.0000	0.0000	6
Multilure + Suzukii trap	1.1700	0.3200	0
Multilure + SWD	0.5700	0.0300	0
Pherocom + Cera Trap	0.0000	0.0000	6
Pherocom + Suzukii trap	0.4600	0.1700	0
Pherocom + SWD	1.0000	0.0700	0

Tabla 2. Índice de prevalencia poblacional de moscas trampa día (MTD), valores máximos y mínimos calculados para *Zaprionus indianus* con diferentes trampas y cebos alimenticios en higos de Morelos, México (noviembre-diciembre 2018).

Trampa/Cebo	Nivel de prevalencia máximo	Nivel de prevalencia mínimo	Semanas con valores de prevalencia de 0
Artesanal + Cera Trap	0.0000	0.0000	6
Artesanal + Suzukii trap	8.8500	1.0700	0
Artesanal + SWD	33.4000	2.2800	0
Multilure + Cera Trap	0.0000	0.0000	6
Multilure + Suzukii trap	2.8900	0.1740	0
Multilure + SWD	7.4200	1.2800	0
Pherocom + Cera Trap	0.0000	0.0000	6
Pherocom + Suzukii trap	2.3500	0.7500	0
Pherocom + SWD	8.8500	0.7800	0

Una respuesta similar para el índice MTD fue registrado para *Z. indianus*, se calculó un nivel de prevalencia poblacional alto, con los cebos alimenticios Suzukii trap[®] y Pherocom SWD[®] Dual Lure[®], en todas las trampas utilizadas (Tabla 2). El mayor índice MTD calculado fue con trampa hecha a mano más Pherocom SWD[®] Dual-Lure[®]. En el cebo Cera Trap[®] no se pudo realizar el cálculo MTD debido a que no hubo ninguna captura de moscas, independientemente de la trampa utilizada (Tabla 2).

Segundo ensayo

Trampas y cebos alimenticios

En el segundo muestreo, las capturas de ambas especies fueron más bajas que el primer muestreo. Se recolectaron 1,899, cuatro de *D. suzukii* (0.2 %), el resto de los especímenes fueron determinados como *Z. indianus* 1,895 (99.8%). Todos los individuos de *D. suzukii* fueron capturados con la trampa hecha a mano o trampas Multilure[®] cebado con Suzukii Trap[®] (Figura 2A). Para *Z. indianus*, el tipo de trampa afectó el número de especímenes capturados, trampa hecha a mano cebado con Suzukii trap[®] o Pherocom SWD[®] Dual-Lure[®] recaudó más del 100% en comparación con el resto de tratamientos (Figura 2B). El cebo alimenticio Cera Trap[®] no capturó especímenes.

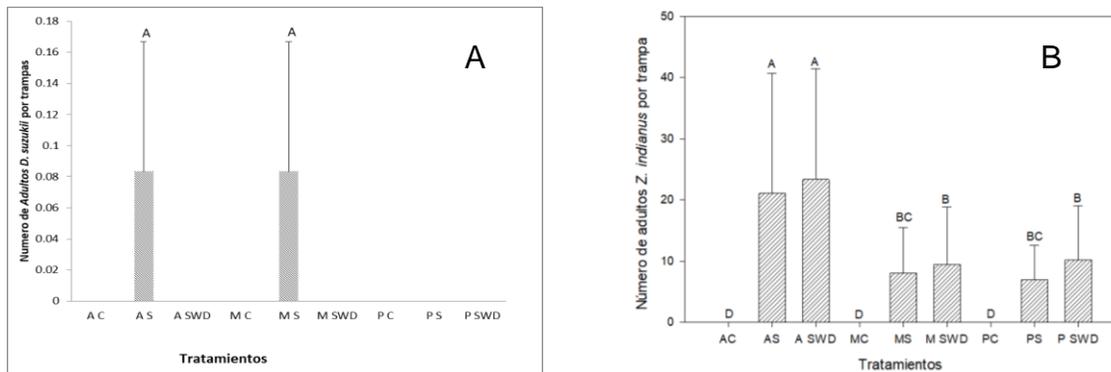


Figura 2. Capturas de adultos de *Drosophila sukukii* (A) y *Zaprionus indianus* (B) en trampas con distintos cebos alimenticios en higo, México (julio-agosto 2019). AC: trampa artesanal + Cera Trap[®]; AS: trampa artesanal+ Suzukii[®] trap; ASWD: trampa artesanal + Pherocon SWD[®] Dual-Lure; MC: trampa Multilure[®] + Cera Trap[®]; MS: trampa Multilure[®] + Suzukii[®] trap; MSWD: trampa Multilure[®] + Pherocon SWD[®] Dual-Lure; PC: trampa Pherocon[®] + Cera Trap[®]; PS: trampa Pherocon[®] + Suzukii[®] trap; PSWD: trampa Pherocon[®] + Pherocon SWD[®] Dual-Lure.

El rendimiento logrado por la trampa hecha a mano probablemente esté influenciado por la combinación de dos factores: perforaciones y color. El número y diámetro de los agujeros (4 mm) alrededor de las paredes del bote de plástico hace que el cebo alimenticio se disperse al medio ambiente y al mismo tiempo permite mayor facilidad para la entrada de las moscas de la fruta. Por el contrario, la trampa Pherocon[®] tiene dos grandes orificios laterales tapados con malla plástica de 2 mm de apertura de diámetro, que es posiblemente difícil para entrada directa a la trampa. Finalmente, la trampa Multilure[®] se caracteriza por una boca muy abierta en el fondo y base amarilla; es posible que la dimensión de ese agujero permita que las moscas entren fácilmente, pero al mismo tiempo también puede facilitar su salida. Si los medios de retención no son adecuados como se señaló antes y aumentan las áreas de entrada de la trampa, disminuyen su capacidad de captura y su rendimiento (Lee *et al.*, 2012). Una cuestión adicional es la posibilidad de aumentar capturas de *Drosophilidae* no objetivo, incluso *Diptera* u otro artrópodo más grande (Renkema *et al.*, 2014). Trampas hechas a mano con frascos de plástico mostraron al menor espacio de entrada, y este podría ser su primera ventaja en comparación con las otras trampas, siendo más selectivo para las moscas drosófilas (Lee *et al.*, 2012).

En cuanto al color, aunque se ha considerado que el rojo es atractivo para la captura de adultos de *D. suzukii* (Lee *et al.*, 2012), coincidiendo parcialmente con la trampa artesanal de base roja, algunos autores consideran que otros colores podrían generar una mayor respuesta de atracción (Little *et al.*, 2019; Lasa *et al.*, 2020). Parece que aún se necesitan explorar más opciones para esta variable. Las especies de drosófilos respondieron de manera diferente al cebo probado, *D. suzukii* se sintió atraída principalmente por Suzukii trap[®] y *Z. indianus* a Pherocon SWD[®] Dual-Lure. *Drosophila suzukii* se siente atraída principalmente por sustancias fermentadas como el vino y vinagre, así como algunas levaduras (Lee *et al.*, 2021). Suzukii trap[®] está compuesto de sustancias a base de proteína hidrolizada, este cebo es una buena propuesta para la atracción de *D. suzukii*, puede ser utilizado en la captura masiva de esta mosca de la fruta (Botta y Carrion 2013). Por otro lado, *Z. indianus* tiene una preferencia por los jugos, el vinagre y los vinos (Lasa *et al.*, 2020; Epsky y Gil 2017), con una respuesta alta a Pherocom[®] SWD Dual-Lure[®] (Joshi *et al.*, 2016) porque está compuesto de vino y sustancias volátiles del vinagre (ácido acético, etanol, acetoina y methionol) (Escudero, 2015). La respuesta de ambas drosophilas a Cera trap[®] es nula, ya que este cebo fue diseñado y probado para *Ceratitis capitata* Wiedeman, sin embargo, ahora es ampliamente utilizado para muchas especies de *Anastrepha* (Lasa y Cruz 2014). Los resultados derivados de este trabajo sugieren el uso de Suzukii trap[®] y Pherocom[®] SWD Dual Lure[®], pero hay que desechar Cera trap[®] inmediatamente como cebo alimenticio para estas dos moscas. La selección óptima de trampa y cebo alimenticio para moscas de la fruta es una tarea continua (Bali *et al.*, 2021), ya que se ofrecen nuevos diseños y cebos constantemente, las opciones para los productores locales es aumentar su capacidad para desplegar mejores sistemas de captura.

Índice MTD

La densidad de población en el segundo muestreo afectó el cálculo del índice MTD. Sólo en dos tratamientos se pudo calcular el índice, la trampa hecha a mano con frasco de plástico más Suzukii trap[®] y Multilure[®] trap más cebo Suzukii trap[®], con un alto nivel de prevalencia (0.0300-0.0700). De acuerdo con el resto de los tratamientos, está ausente en la región de estudio en este período (Cuadro 3).

Tabla 3. Índice de prevalencia poblacional de moscas trampa día (MTD), valores máximos y mínimos calculados para *Drosophila suzukii* con diferentes trampas y cebos alimenticios en higos de Morelos, México (julio-agosto 2019).

Tratamiento	Nivel de prevalencia máximo	Nivel de prevalencia mínimo	Semanas con valores de prevalencia de 0
Artesanal + Cera Trap	0.0000	0.0000	6
Artesanal + Suzukii trap	0.0300	0.0000	4
Artesanal + SWD	0.0000	0.0000	6
Multilure + Cera Trap	0.0000	0.0000	6
Multilure + Suzukii trap	0.0700	0.0000	5
Multilure + SWD	0.0000	0.0000	6
Pherocom + Cera Trap	0.0000	0.0000	6
Pherocom + Suzukii trap	0.0000	0.0000	6
Pherocom + SWD	0.0000	0.0000	6

Tabla 4. Índice de prevalencia poblacional de moscas trampa día (MTD), valores máximos y mínimos calculados para *Zaprionus indianus* con diferentes trampas y cebos alimenticios en higos de Morelos, México (julio-agosto 2019).

Tratamiento	Nivel de prevalencia máximo	Nivel de prevalencia mínimo	Semanas valores con de prevalencia de 0
Artesanal + Cera Trap	0.0000	0.0000	6
Artesanal + suzukii trap	5.4600	1.8200	0
Artesanal + SWD	5.3900	1.0350	0
Multilure + Cera Trap	0.0000	0.0000	6
Multilure + Suzukii trap	1.6700	0.4600	0
Multilure + SWD	2.2500	0.8500	0
Pherocom + Cera Trap	0.0000	0.0000	6
Pherocom + Suzukii trap	1.7800	0.4600	0
Pherocom + SWD	2.4600	0.0000	1

Se calculó un alto nivel de prevalencia para *Z. indianus* en todas las trampas y alimentos cebados utilizados, excepto cuando se trata de Cera Trap[®]. La trampa hecha a mano mostró el índice más alto en valores, con resultados similares usando Suzukii trap[®] o Pherocom SWD[®] Dual-Lure[®] (Tabla 4). En esta trampa, el índice MTD era dos o tres veces superior a otros tratamientos. El índice MTD mostró un alto nivel de prevalencia para *D. suzukii* y *Z. indianus*, confirmando que el área de producción de higo tiene las condiciones para la reproducción continua de esta especie (Domínguez *et al.*, 2021); por lo que se deben coordinar actividades para reducir poblaciones y el daño potencial de estas moscas de la fruta.

Conclusión

Drosophila suzukii y *Zaprionus indianus*, son dos moscas de la fruta de interés importancia económica para la producción de higo en Morelos, México, donde las condiciones ambientales proporcionan una oportunidad para que su población aumente. Para la implementación óptima de un programa de monitoreo para adultos drosófilos, los resultados derivados de este estudio indican que *D. suzukii* y *Z. indianus* podría quedar atrapados en trampas hecha a mano cebadas con Suzukii trap[®] o Pherocom[®] SWD Dual-Lure[®].

Referencias Citadas

- Kisley ME, Hartmann A, Bar-Yosef O. (2006). Early domesticated fig in the Jordan Valley. *Science*.; 312(5778):1372-4. doi:10.1126/science.1125910
- González AM, Grajal MJ. (2011). Higueras de Canarias. Caracterización morfológica de variedades. Islas Canarias, España: Instituto Canario de Investigaciones Agrarias; 126p.
- FAO. FAOSTAT. Roma, Italia: FAO; (2013) [cited 2018 Oct 28]. Available from: <http://faostat.fao.org>
- SIAP. (2018) Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Ciudad de México, México: SIAP; [cited 2018 Dec 2]. Available from: http://nube.siap.gob.mx/cierre_agricola/
- SENASICA. (2018). Campaña Nacional contra Moscas nativas de la fruta. Ciudad de México, México. SENASICA; [cited 2018 Oct 28]. Disponible de: <http://www.senasica.gob.mx/?id=4605>
- Bautista N, Illescas CP, López E, Velazquez LJ, García CJ. (2017). Presence of Drosophilidae (Diptera: Ephydroidea) flies associated with fig fruits in Morelos, Mexico. *Fla Entomol.* 100(4): 813-6. doi:10.1653/024.100.0409
- Domínguez S, López V, Martínez A, Delgadillo Á, Guillén D, Campos M. (2021). Dinámica poblacional de *Zaprionus indianus* y *Drosophila suzukii* en higo en el estado de Morelos, México. *Southwest Entomol.* 45(4): 1161-1164. doi:10.3958/059.045.0432
- Burrack HJ, Fernández GE, Spivey T, Kraus DA. (2013). Variation in selection and utilization of host crops in the field and laboratory by *Drosophila suzukii* Matsumura (Diptera: Drosophilidae), an invasive frugivore. *Pest Manag Sci.* 269(10):117380. doi:10.1002/ps.3489
- Asplen MK, Anfora G, Biondi A, Choi DS, Chu D, Daane, KM. (2015) Invasion biology of spotted wing *Drosophila* (*Drosophila suzukii*): a global perspective and future priorities. *J Pest Sci.* 88(3):469-94. doi:10.1007/s10340-015-0681z

- Sarto V, Sorribas R. (2011). *Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931), nueva amenaza para las producciones agrícolas. *Phytoma*. 234: 54-9. doi:10.13140/2.1.4429.5049
- NAPPO. (2011). Detection of spotted-winged drosophila (*Drosophila suzukii* Matsumura) in the Municipality of Los Reyes, State of Michoacan, Mexico 2011 [Internet]. Raleigh, USA: NAPPO. [updated 2011 November 30; cited 2016 Mar Availablem: <https://www.pestalerts.org/officialpest-report/detection-spotted-wingeddrosophila-drosophila-suzukii-matsumuramunicipality>
- García CJ, Bravo D, Ruiz I, Romero G, Quezada A, Hernández S. (2016). Presencia de la mosca del vinagre de alas manchadas *Drosophila suzikii* (Mtsumura 1931) (Diptera: Drosophilidae) en México. *Entomol Agri*.3:35460
- Atallah J, Teixeira L, Salazar R, Zaragoza G, Artyom K. (2014). The making of a pest: the evolution of a fruit-penetrating ovipositor in *Drosophila suzukii* and related species. *Proc R Soc B*. 281(1781):20132840. doi:10.1098/rspb.2013.2840
- Muslimah NA, Hassan SM, Hassan A. Molecular Method VS. (2019). Traditional methods for estimating the prevalence of larval trematode infections in some red sea snails. *Int J Pharm Res Allied Sci*. 8(2):190-7.
- Vilela CR. (1999). Is *Zaprionus indianus* Gupta, 1970 (Diptera, Drosophilidae) currently colonizing the Neotropical Region. *Drosoph Inf Serv.*; 82:37-9.
- Castrezana S. (2007). New records of *Zaprionus indianus* Gupta, 1970 (Diptera, Drosophilidae) in North America and a key to identify some *Zaprionus* species deposited in the Drosophila Tucson Stock Center. *Dros Inf Serv*.90:34-6.
- Vilela CR, Goñi B. (2015). Mosca-africana-do-figo, *Zaprionus indianus* (Diptera: Drosophilidae). 2nd edition. São Paulo, Brazil: Holos Editora;.173p.
- Joshi NK, Biddinger DJ, Demchak K, Deppen A. (2014). First report of *Zaprionus indianus* (Diptera: Drosophilidae) in commercial fruits and vegetables in Pennsylvania. *J Insect Sci.*; 14(1):259. doi:10.1093/jisesa/ieu121
- SENASICA. (2015). Mosca del vinagre de alas manchadas (*Drosophila suzukii* Mastsumura). Ciudad de México, México: SENASICA; [cited 2019 January 7].

Available from: <https://www.gob.mx/senasica/documentos/mosca-del-vinagre-de-alas-manchadas>

- Harmon DS, Haseeb M, Kanga, LH, Liburd OE. (2019). Evaluation of monitoring traps and lures for *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) in berry plantings in Florida. *Insects*.;10(10):313. doi:10.3390/insects10100313
- Zhu J, Park KC, Baker TC. (2003). Identification of odors from overripe mango that attract vinegar flies, *Drosophila melanogaster*. *J Chem Ecol.*;29(4):899-909. doi:10.1023/a:1022931816351.
- Qian K, Zhu JJ, Sims SR, Taylor DB, Zeng X. (2013). Identification of volatile compounds from a food-grade vinegar attractive to house flies (Diptera: Muscidae). *J Econ Entomol.*; 106(2):979-87. doi:10.1603/EC12424
- INIFAP. (2017). Sistema de alerta fitosanitaria del estado de Morelos. Ciudad de México, México: INIFAP. [cited 2018 December 2]. Available from: <http://siafemor.inifap.gob.mx>
- Cardenas JA, Chavero J. (2014). Manual para el manejo fitosanitario de la mosca del vinagre de las alas manchadas (*Drosophila suzukii* Matsumura). Ciudad de México, México: SAGARPA; 18p.
- Miller ME, Marshall SA, Grimaldi DA. (2017). A review of the species of *Drosophila* (Diptera: Drosophilidae) and genera of Drosophilidae of Northeastern North America. *Can J Arthropod Identify.*;31: 1-282. doi:10.3752/cjai.2017.31
- Sosa JM, López V, Villegas ÓG, Juárez P, Burgos, A. (2017). Dinámica Poblacional de Moscas de la Fruta en Quintana Roo, México. *Southwest Entomol.* 42(1):275-82. doi:10.3958/059.042.0124
- Barclay HJ, Enkerlin WR, Manoukis, NC, Reyes J. (2016). Guidelines for the Use of Mathematics in Operational Area-Wide Integrated Pest Management Programmes Using the Sterile Insect Technique with a Special Focus on Tephritid Fruit Flies. Rome, Italy: FAO/IAEA; 95p.
- Lee JC, Burrack HJ, Barrantes LD, Beers EH, Dreves AJ, Hamby KA. (2012). Evaluation of monitoring traps for *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) in North America. *J Econ Entomol.*; 105(4):1350-7. doi:10.1603/EC12132

- Lasa R, Velázquez OE, Ortega R, Acosta E. (2014). Efficacy of commercial traps and food odor attractants for mass trapping of *Anastrepha ludens* (Diptera: Tephritidae). *J Econ Entomol.*;107(1):198-205. doi:10.1603/EC13043
- Thomas DB, Holler TC, Heath RR, Salinas EJ, Moses AL. (2001). Trap-lure combinations for surveillance of *Anastrepha* fruit flies (Diptera: Tephritidae). *Fla Entomol.*;84(3):344-51. doi:10.2307/3496491
- Renkema JM, Buitenhuis R, Hallet RH. (2014). Optimizing trap design and trapping protocols for *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae). *J Econ Entomol.*;107(6):2107-18. doi:10.1603/EC14254.
- Little CM, Rizzato AR, Charbonneau L, Chapman T, Hillier NK. (2019). Color preference of the spotted Drosophila, *Drosophila suzukii*. *Sci Rep.* 9:16051. doi:10.1038/s41598-019-52425.
- Lasa R, Gschaedler AC, Bello G, Williams T. (2020). Laboratory evaluation of trap color and vinegar, yeast and fruit juice lure combinations for monitoring of *Zaprionus indianus* (Diptera: Drosophilidae). *Int J Pest Manag.*66 (3):279-87. doi:10.1080/09670874.2019.1636328
- Botta A, Carrión M. (2017). Suzukii trap: atrayente específico para la captura de *Drosophila suzukii*. *Phytoma.* 2013; 253:39-40. 36.
- Epsky ND, Gill MA. (2017). Laboratory and field age of aqueous grape juice bait and capture of *Zaprionus indianus* (Diptera: Drosophilidae). *J Econ Entomol.*110 (3):1326-32. doi:10.1093/jee/tox057
- Joshi NK, Butler B, Demchack K, Biddinder D. (2016). Seasonal occurrence of spotted wing drosophila in various small fruits and berries in Pennsylvania and Maryland. *J Appl Entomol.*141 (1-2):156-60. doi:10.1111/jen.12325
- Escudero LA. (2015). Estudios desarrollados sobre los métodos biotecnológicos disponibles para el seguimiento y control de *Drosophila suzukii* en España. *Phytoma.*269:20-4.
- Lasa R, Cruz A. (2014). Efficacy of new commercial traps and the lure Ceratrap® against *Anastrepha obliqua* (Diptera: Tephritidae). *Fla. Entomol.*97 (4):1369-77. doi:10.1653/024.097.041

Bali EM, Moraiti CA, Ioannou CS, Mavraganis V, Papadopoulus NT. (2021). Evaluation of mass trapping devices for early seasonal management of *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) populations. *Agronomy*.; 11(6):1101. doi:10.3390/agronomy11061101

Capítulo 2. Las capturas de adultos de dos drosofilidos (Diptera: Drosophilidae) de importancia económica no se relacionan con la fenología del fruto de higo en campo

2. Objetivo general

Determinar la abundancia y fluctuación temporal de *D. suzukii* y *Z. indianus* (Díptera: Drosophilidae) en higo en Ayala, Morelos, México.

Objetivo específico

2. Determinar la abundancia temporal de *Zaprionus indianus* y *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae), con relación al crecimiento y maduración del fruto de higo.

Hipótesis

Existe diferencias significativas en la presencia *Z. indianus* y *D. suzukii* influenciadas por las diferentes etapas fenológicas del fruto.

Las capturas de adultos de dos drosofilidos (Diptera: Drosophilidae) de importancia económica no se relacionan con la fenología del fruto de higo en campo

ARIOS-CARO, Liliana¹, LÓPEZ-MARTÍNEZ, Víctor¹, PÉREZ-DE LA O, Nidia Bélgica², VILLEGAS-TORRES, Óscar Gabriel¹ & CASTAÑEDA-VILDÓZOLA, Álvaro³ HERNÁNDEZ –FUENTES Luis Martín⁴.

¹Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Av. Universidad 1001, Colonia Chamilpa, Cuernavaca, 62209, Morelos, México.

²Postgrado en Fitosanidad-Entomología y Acarología, Colegio de Postgraduados, Montecillo, México.

³ Facultad de ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma del Estado de México, Campus “El cerrillo”, El cerrillo Piedras Blancas, Toluca, Estado de México, 50200, México.

⁴ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias campo Experimental, Santiago Ixcuintla carretera internacional México – Nogales Entronque a Santiago Ixcuintla, Nayarit, 63300, México.

Resumen

El higo es una fruta rica en nutrientes, esto ha incrementado su interés por los consumidores, lo cual atrae la necesidad de prolongar su vida poscosecha. Estos frutos son cosechados en madurez fisiológica, para que sean de buena calidad para el consumo, deben tener color morado claro a morado oscuro y epicarpio suave, sin embargo, esta condición de cosecha resulta favorable para dípteros, la familia Drosophilidae, atacan frutas maduras o en descomposición. *Drosophila suzukii* Matsumura y *Zaprionus indianus* Gupta prefieren frutos intactos y al comienzo de la madurez para llevar a cabo la oviposición. El trabajo se realizó en la localidad de Xalostoc, Ayala, Morelos, México. El muestreo se implementó en tres huertas de productores cooperantes, la variedad cultivada fue Black misión. Para evaluar la abundancia temporal de adultos de *D. suzukii* y *Z. indianus*, se colocaron ocho trampas tipo cubeta de plástico transparente. Los cebos que se utilizaron fueron Suzukii trap[®], en cada trampa se colocaron 250 ml y SWD[®] doble señuelo, para este último cebo se utilizó como medio de retención agua jabonosa 250 ml al 5%, el cual se cambió cada 15 días. Las trampas se colocaron de manera aleatoria con una distancia de 15 metros entre trampas. en cada huerta se seleccionaron seis árboles en la misma etapa fenológica de cuajado de fruto, en cada árbol se seleccionaron cuatro frutos aleatoriamente con 20 días aproximadamente de cuajado, y se marcaron, para evaluar el diámetro polar y ecuatorial cada 15 días. En los mismos arboles aleatoriamente se seleccionaron cuatro frutos de edad similar a los frutos marcados para su desarrollo y se cosechaban, se trasladaban al laboratorio de producción agrícola de la universidad autónoma del estado de Morelos donde se evaluó peso del fruto, textura, color, diámetro (polar y ecuatorial), sólidos solubles totales y acidez titulable.

Palabras clave: Higo, Sólidos Solubles Totales, Acidez titulable, Drosophilidae.

Abstract

The fig is a fruit rich in nutrients, this has increased interest in consumers, which attracts the need to prolong its postharvest life. These fruits are harvested when they are about to reach maturity, in order to be of good quality for consumption, they must have a light purple to dark purple color and a smooth fruit epicarp, however, this harvest condition is generally favorable for certain pests, family Drosophilidae attack ripe or decaying fruits. *Drosophila suzukii* Matsumura and *Zaprionus indianus* Gupta prefer intact fruits at the beginning ripening to carry out the oviposition. The work was carried out in Xalostoc, Ayala, Morelos, Mexico. The sampling was carried out in three orchards of cooperating farmers, the cultivated variety is Black mission. To study the temporal abundance of adults of *D. suzukii* and *Z. indianus*, eight transparent plastic bucket traps were placed. The baits tested were Suzukii trap ®, (250 ml by trap) and SWD© double lure, for this last bait 250 ml of 5%, soapy water was used as a retention medium, which was changed every 15 days. Traps were placed randomly with a distance of 15 meters between traps. In each orchard, six trees were selected in the same phenological stage of the fruit set, in each tree four fruits were selected randomly with approximately 20 days of fruit set, and were marked, to evaluate the polar and equatorial diameter every 15 days. In the same trees, four fruits of a similar age to the fruits marked for their development were randomly selected and harvested, transferred to the agricultural production laboratory of the Autonomous University of the State of Morelos, where fruit weight, texture, color, diameter (polar and equatorial), total soluble solids and titratable acidity, were evaluated.

Keywords: Fig, Total Soluble Solids, Titratable Acidity, Drosophilidae.

Introducción

La higuera, *Ficus carica* L. (Moraceae), es un árbol caducifolio, subtropical y de rápida dispersión, florece durante todo el año, las flores son muy pequeñas y se encuentran en el interior de un receptáculo carnoso de formas y colores diferentes, denominado sicono (Janick, 2006). Estas flores cuando maduran dan lugar a los frutos, secos, llamados aquenios; estos se encuentran insertos en un perianto carnoso y dulce y es lo que se conoce como breva o higo, su fructificación es en primavera y otoño (Ferguson *et al.*, 1990). El higo es una fruta rica en nutrientes, por lo que se ha incrementado el interés en los consumidores, lo cual atrae la necesidad de prolongar su vida poscosecha (Kong *et al.*, 2013). A nivel mundial, la superficie cultivada de higuera supera las 376,100 ha, con producción estimada de 1,064,400 ton (FAOSTAT, 2013). Actualmente, Turquía es el país con mayor producción en el mundo, con volumen de producción de 260,508 ton en 2011 (FAOSTAT, 2013). En México la superficie sembrada de higuera para 2018 fue de 1,357 ha y una producción total de 7,700 ton; siendo Morelos el principal productor (SIAP, 2018).

La variedad 'Black Mission' es un árbol bífero con una importante producción de brevas e higos, las primeras se producen en junio y julio, mientras que los higos tienen una producción en los meses de diciembre y enero, la piel es de color morado intenso, la pulpa es de textura media y color rosa, con numerosos aquenios (Pereira *et al.*, 2015). Los higos son cosechados cuando comienza la madurez fisiológica, esto debido a que son frutos muy perecederos y deben tener buena calidad, para el consumo, dentro de sus características deben tener color morado claro a morado oscuro y epicarpio suave (Crisosto *et al.*, 2013); sin embargo, en esta etapa fisiológica el fruto es susceptible para ciertas plagas, generalmente especies de la familia Drosophilidae, quienes atacan frutas maduras o en descomposición (Asplen *et al.*, 2015).

Drosophila suzukii Matsumura y *Zaprionus indianus* Gupta prefieren frutos intactos y al comienzo de la madurez fisiológica para llevar a cabo la oviposición. Estas especies son plagas polífagas de frutas de epicarpio delgado, *Z. indianus* conocida

como la mosca africana del higo, causa grandes pérdidas económicas al infestar higo, haciéndolos inadecuados para el consumo humano (Vilela, 1999). Esta especie ha recibido poca atención en México, ya que se considera como una plaga secundaria en más de 70 especies de cultivos y solo en higo se considera como plaga primaria (Vilela y Goñi, 2015). Su presencia ha sido reportada en Michoacán, Sinaloa, Puebla, Oaxaca, Chiapas y Morelos (Castrezana, 2007; Bautista *et al.*, 2017). *Z. indianus* oviposita alrededor del ostiolo de la fruta del higo, donde las larvas pueden acceder fácilmente al interior de la fruta (Stein *et al.*, 1999), se alimenta principalmente de la levadura *Candida tropicalis* Berkhout (Gomes *et al.*, 2003) y de bacterias que se encuentran en las frutas en descomposición; sin embargo las hembras buscan frutos maduros para ovipositar, ya que las larvas necesitan requerimientos bajos en proteínas que no se encuentran en las frutas podridas (Mataville *et al.*, 2015).

D. suzukii es originaria del sur de Asia (Dreves *et al.*, 2009), es una plaga invasiva de frutos de epicarpio delgado. A diferencia de la mayoría de los drosofilidos que buscan fruta podrida, *D. suzukii* explota un diferente nicho ambiental en fruta madura o en proceso de maduración (Walsh *et al.*, 2011).

La puesta de huevos es facilitado por el ovipositor grande y aserrado de las hembras, que se utiliza para cortar el epicarpio de las frutas y ovipositar directamente en el mesocarpio (Atallah *et al.*, 2014).

Estas moscas reaccionan a señales olfativas y visuales para la oviposición (Daane *et al.*, 2010; Keeseey *et al.*, 2015). *D. suzukii* toma en cuenta diversos factores físicos, químicos y visuales, quienes juegan un papel importante para la selección de frutos, tales como tamaño, color, firmeza, contenido de azúcar y acidez, que permiten determinar el hospedero ideal para el desarrollo larvario (Cloonan *et al.* 2018). Se ha demostrado que el principal factor es el color, estas moscas prefieren frutas de colores rojo, azul, morado y negro, también prefieren variedades con altos contenidos de aminoácidos, y baja firmeza (Gao *et al.* 2017). Las hembras de *D. suzukii* recién emergidas buscan frutos podridos para alimentarse, mientras que hembras apareadas buscan frutos en proceso de maduración para ovipositar (Cloonan *et al.* 2018).

Este estudio tiene como objetivo determinar si las capturas de adultos de dos moscas de la fruta (*D. suzukii* y *Z. indianus*), se relacionan con el estado físico (color, tamaño, firmeza) y químico (sólidos solubles y acidez titulable) del fruto de higo.

Materiales y Métodos

Ubicación del experimento. El trabajo se realizó en la localidad de Xalostoc, Ayala, Morelos, México. El municipio de Ayala cuenta con clima cálido subhúmedo y una temperatura media anual de 24°C (INEGI, 2009). El muestreo se realizó en huertas de productores cooperantes cultivadas con la variedad 'Black Mission', un mes después del cuajado de fruto (Cuadro 1).

Cuadro 1. Ubicación geográfica, superficie cultivada y edad de plantas de las huertas donde se realizó estudio en Ayala, Morelos, México.

Coordenadas geográficas	Extensión (ha)	Edad (años)	Variedad
18.734596, -98.916297*	1	9	Black mission
18.734012, -98.916632*	0.6	8	Black mission
18.733657, -98.915584*	0.73	3	Black mission
18.716121, -98.911050**	1.74	3	Black mission

Colocación de trampas y cebos

Trampas y cebos

Para evaluar la abundancia temporal de adultos de ambos drosofilidos, se utilizaron trampas tipo cubeta de plástico transparente con la base de color rojo y con 10 orificios de 4 mm de diámetro alrededor de la trampa, el diseño incluye una franja de 5 cm para facilitar el vaciado de la misma (Figura 1).

Se colocaron ocho trampas por huerta a una distancia de 30 m entre trampas, en cuatro de éstas se dispuso como cebo alimenticio Suzukii trap[®] (Bioibérica, España), a dosis de 250 ml por trampa; las otras cuatro, fueron cebadas con SWD[®] doble señuelo (Trécé, Inc., Estados Unidos); como medio de retención se utilizaron 250 ml de agua jabonosa al 5%. La disposición de las trampas fue alternada en una línea central. La revisión de las trampas se realizó cada 15 días, dando un total de

seis colectas; el contenido de las trampas fue filtrado con un colador de plástico y los especímenes obtenidos se colocaron en frascos con alcohol al 70% para su transporte al laboratorio. El material entomológico fue montado en alfileres e identificados a nivel de especie con las claves taxonómicas de Miller *et al.* (2017).



Figura 1. A) Trampa tipo cubeta con atrayente Suzukii trap® (Bioiberica, España); B) atrayente SWD® doble señuelo (Trécé, Inc., Estados Unidos).

3. Selección de frutos

En cada huerta se seleccionaron cuatro árboles en la misma etapa fenológica de cuajado de fruto, en cada árbol se eligieron cuatro frutos aleatoriamente con 20 días aproximadamente de cuajado, estos fueron marcados para medir el diámetro polar y ecuatorial cada 15 días hasta su cosecha con un vernier digital (Ubermann® China), con una sensibilidad de 0.1 mm.

En los mismos árboles, aleatoriamente se seleccionaron y cosecharon cuatro frutos de edad similar a los marcados en cada fecha de muestreo, y se trasladaron al laboratorio para la evaluación de variables destructivas y no destructivas.

Variables no destructivas

El peso del fruto se evaluó con una balanza Scout Pro® (Ohaus Corporation, Pine Brook, New Jersey, USA) de una sensibilidad de 0.1 g. El color del fruto se determinó en dos partes opuestas de cada fruto con un espectrofotómetro portátil (X-rite® mod. 3290, USA), el cual determina valores de luminosidad (0 = negro puro, 100 = blanco puro) cromaticidad (intensidad del gris hacia el color cromático puro), y matiz; el cual nos permite la clasificación del color en rojo, amarillo, verde, azul (McGuire, 1992). La textura se evaluó con un texturómetro, Modelo EZTest / CE (Shimadzu Corporation, Kioto, Japón), el cual cuenta con un penetrómetro digital (TPM modelo GY4, China) con émbolo de 11 mm de diámetro y un intervalo de presión de 1.75 a 60 N, y con el cual se registró la fuerza (N) requerida para penetrar el fruto.

Variables destructivas

Para los análisis destructivos en cada uno de los frutos se obtuvieron 5 g de pulpa, ésta se homogenizó con un homogenizador (Ultra Ika®, Modelo T25D51, Alemania) y se ajustaron a un volumen final de 5 mL con agua destilada. La muestra fue utilizada para las mediciones de sólidos soluble totales (SST) y acidez titulable (AT). El contenido de sólidos solubles totales se determinó con un refractómetro digital (Atago®, Modelo PAL-1 Japón, rango de medición 0.0% a 53% Brix), y se expresó en °Brix. Los azúcares totales se obtuvieron con el método de Antrona descrito por Whitam *et al.* (1971).

Esta mezcla se pasó por papel filtro y se tomó una gota para evaluar sólidos solubles totales, de la mezcla se obtuvieron 5 mL. La acidez titulable se determinó en pulpa de acuerdo con lo establecido por la AOAC (1990); a la mezcla se le colocaron 3 gotas de fenolftaleína (1%) y se tituló con NaOH al 0.01 N hasta obtener el vire de

color púrpura (Paull *et al.*, 1983). La acidez se expresó como porcentaje de ácido cítrico con base en la siguiente fórmula:

$$\text{Acidez (\%)} = \frac{(\text{mL de NaOH gastado})(\text{Normalidad de NaOH})(\text{Volumen final})(64)(100)}{(\text{Volumen total de titulación})(\text{Volumen de jugo})(1000)}$$

Análisis estadístico

Para la correlación de las variables de fruto y capturas de moscas drosophilidas, se utilizó la prueba de Pearson con el software Sigma Plot v.14

Cálculo de índice Moscas Trampa Día (MTD)

Es el Índice de infestación para conocer la presencia relativa de las moscas de la fruta en un área y periodo determinado. Para analizar la presencia relativa de especies con importancia agrícola, se calculó por cada cebo el índice Moscas Trampa Día (MTD); de acuerdo con lo propuesto por Norma Oficial Mexicana NOM-023-FITO-1995:

$$MTD = \frac{M}{(T)(D)}$$

Dónde:

M= Número total de moscas

T = Número total de trampas atendidas

D = Número de días en que las trampas estuvieron expuestas en el campo

El valor del MTD fue expresado en diezmilésimas de punto (0.0000) (Barclay *et al.*2016).

4. Resultados y Discusión

4.1 colecta total de especímenes

El total de moscas obtenidas en cebo *suzukii* trap[®] fue de 105 para *D. suzukii* y 6,221 para *Z. indianus*. Para el caso de cebo SWD[®] doble señuelo se obtuvieron 41 ejemplares de *D. suzukii* y 7,744 de *Z. indianus*. El cebo Suzuki Trap[®] capturó la mayor cantidad de hembras, de las dos especies estudiadas.

Crecimiento del fruto

El desarrollo del fruto en el diámetro polar y ecuatorial mostró un comportamiento sigmoïdal. Al inicio de las observaciones los frutos mostraron valores promedio mayores a 28.6 mm de diámetro polar y 23.2 mm de diámetro ecuatorial, antes de la cosecha los frutos mostraron valores promedios de 32.8 mm de diámetro polar y 27.9 mm de diámetro ecuatorial.

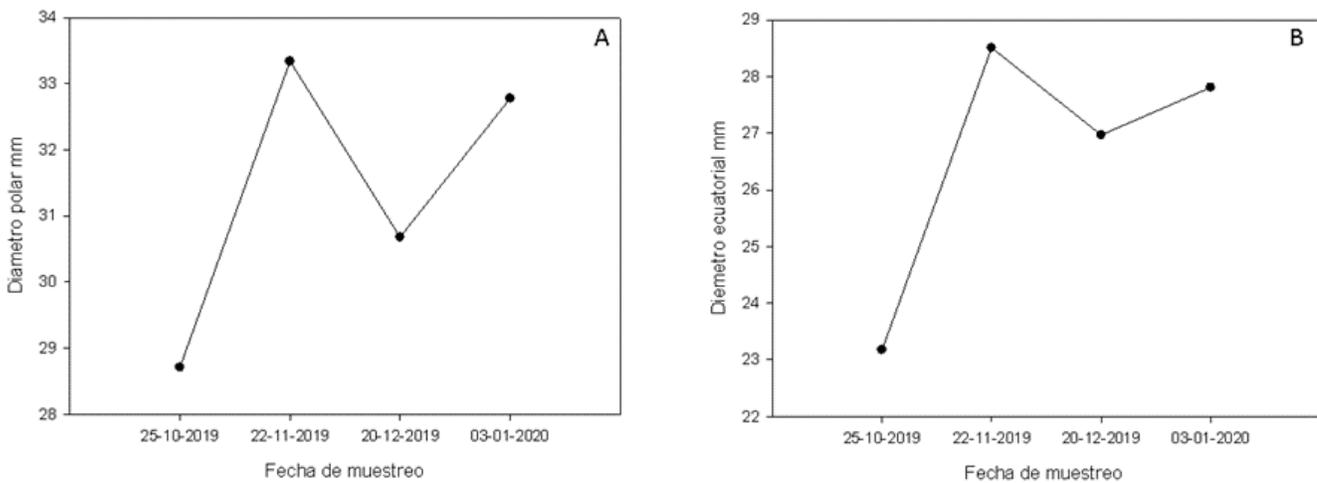


Figura 2. Crecimiento de fruto de higo variedad 'Black Mission' provenientes de huertos ubicados en Ayala, Morelos, México. A. Diámetro polar, B, Diámetro ecuatorial (cada punto representa la media de cuatro observaciones).

Luminosidad

La luminosidad mostró tendencia a la baja, con valores iniciales promedio de 40.2, hasta registrar 19.1 al final del experimento (Figura 3A).

Cromaticidad

Esta variable mostró comportamiento similar a luminosidad, con tendencia a disminuir hacia el final de las evaluaciones, con valor inicial de 23.0 y final de 5.1 (Figura 3B).

Matiz

El valor promedio obtenido al principio del muestreo fue de 99.4, lo que indica que el color de la cáscara del fruto puede clasificarse como verde a verde-amarillo, mientras que al final el valor registrado fue de 20.6, lo que señala color purpura-rojizo.

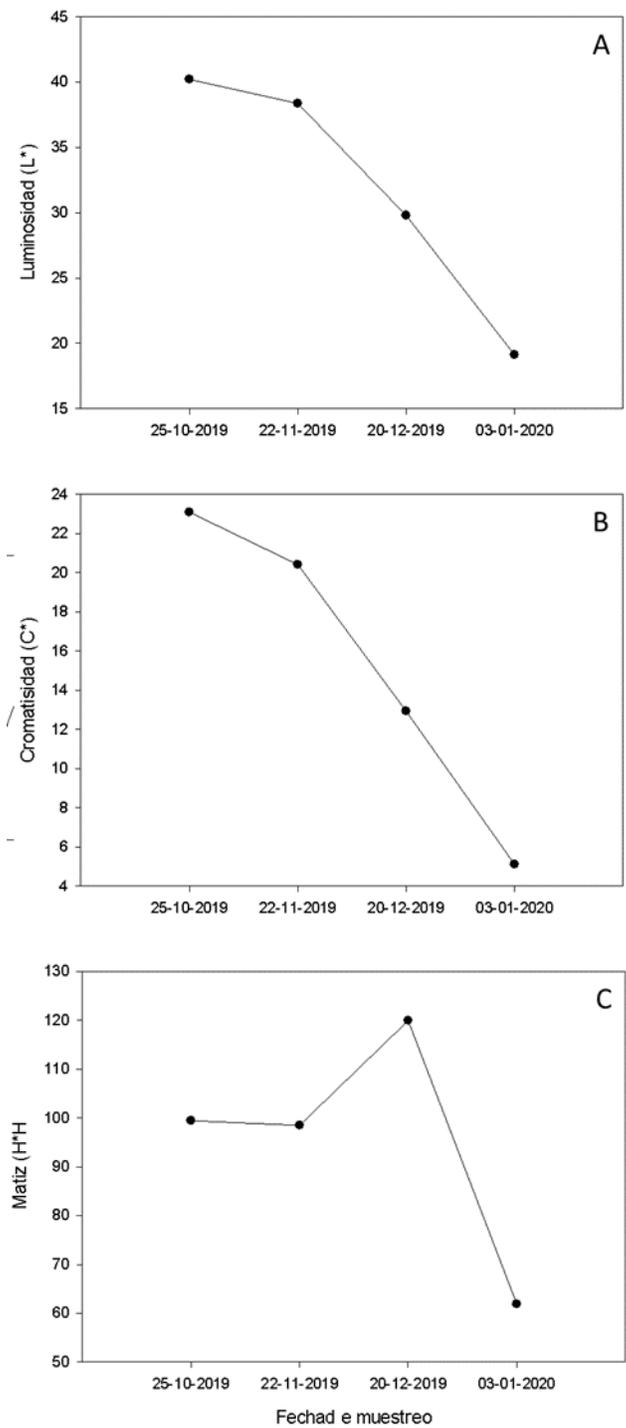


Figura 3. Luminosidad (A), Cromaticidad (B) y Matiz (C) de frutos de higo de la variedad 'Black Mission' provenientes de huertos ubicados en Ayala, Morelos (cada punto representa la media de cuatro observaciones).

Cambios químicos y físicos

Los frutos mostraron un crecimiento casi lineal en esta variable en relación con el tiempo, inició con 2.0 °Brix para finalizar en 6.4 °Brix (Figura 4A). De forma similar, la acidez titulable incrementó con respecto al tiempo, con valor inicial de 0.19 % y hasta registrar 0.16 % de contenido de ácido cítrico en la etapa de consumo (4B). Con respecto al peso del fruto, se observó incremento de apenas 4 g del inicio del experimento hasta el tercer muestreo, pero se observó aumento de casi el 50% entre el tercer y cuarto muestreo (Figura 4C). En contra parte a estas variables, la firmeza se redujo con el paso del tiempo casi de forma lineal, al inicio del estudio el fruto registró firmeza de 42.5 N y descendió para finalmente reportar valor de 3.6 N (Figura 4D).

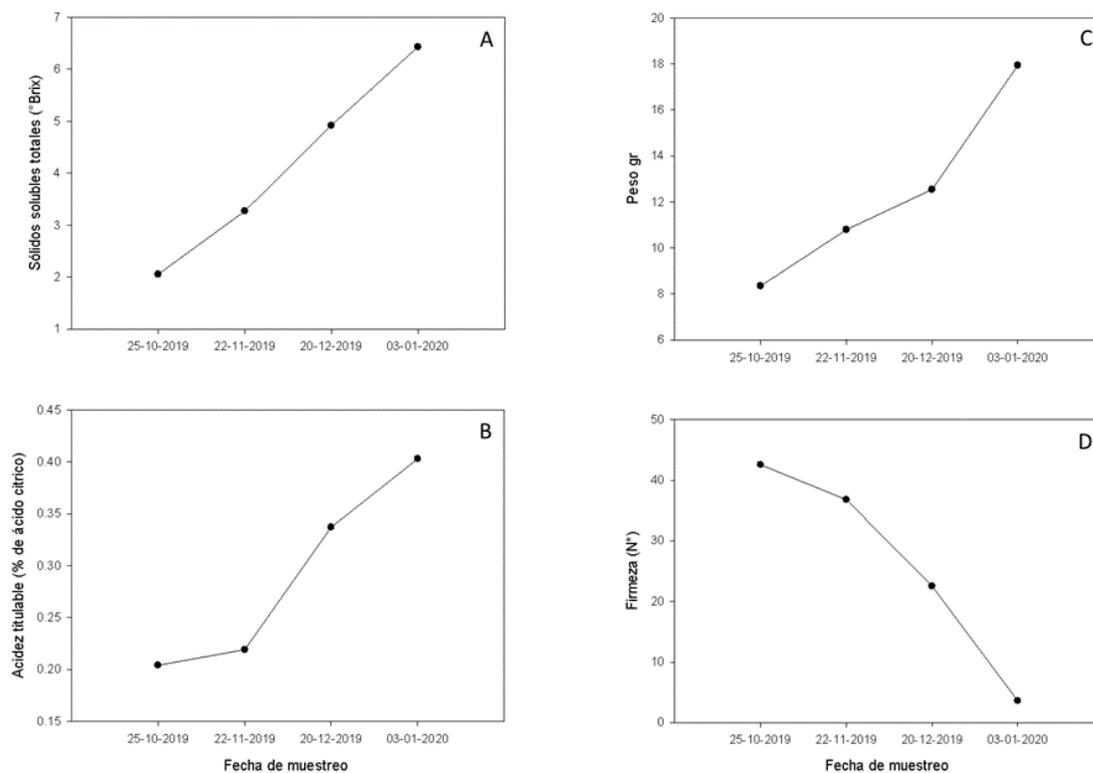


Figura 4. Cambios físicos y químicos de frutos de higo de la variedad 'Black Mission' provenientes de huertos ubicados en Ayala, Morelos. A. Sólidos solubles totales, B. Acidez titulable, C. Peso, C. Firmeza (cada punto representa la media de cuatro observaciones).

Cálculo de índice Moscas Trampa Día (MTD)

En general, las poblaciones de ambas especies se consideran de prevalencia alta, con registro MTD para *Z. indianus* de hasta 29.8790 con el cebo Suzuki trap® (Figura 5A). Las poblaciones de ambas especies mostraron comportamiento similar con relación al tiempo, ya que se observó tendencia a la disminución de las poblaciones. Sin embargo, cuando se analiza por especie, se obtienen comportamientos distintos. El nivel de prevalencia calculado para *Z. indianus* tiende a ser similar independientemente del cebo utilizado (Figura 5A), mientras que para *D. suzukii*, el nivel de prevalencia calculado sí es afectado por el cebo utilizado: SWD® doble señuelo permitió calcular el nivel de prevalencia siempre por arriba de lo observado por Suzuki trap (Figura 5B).

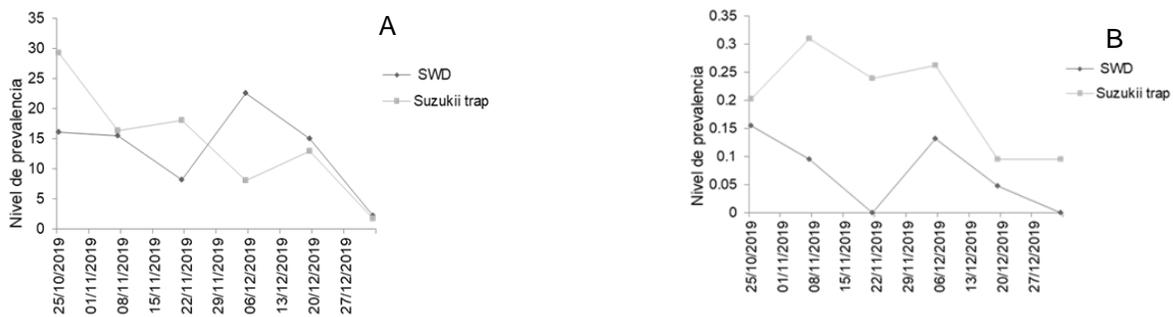


Figura 5. Índice Moscas Trampa Día de *Zaprionus indianus* (A) y *Drosophila suzukii* (B), con dos cebos alimenticios en huertos de higo de la variedad 'Black Mission' en Ayala, Morelos, México.

No existió una correlación clara entre los distintos parámetros evaluados del fruto del higo y las capturas de adultos de ambas especies de drosófilidos (Cuadro 2). Inclusive si se compara entre los cebos evaluados las respuestas son contrarias. Por ejemplo, cuando se analiza el efecto de las dimensiones del fruto, éste mostró respuestas de correlación negativa y no significativas para ambas especies cuando se usó SWD® doble señuelo, pero positivas y significativas a ambas especies cuando estas variables se correlacionan con el cebo Suzuki trap®. Sin embargo,

para ambos cebos y capturas, al parecer es indicativo que las dimensiones del fruto no influyen en gran medida en el número de adultos capturados.

Para la variable peso, ambas especies de moscas de la fruta y en ambos cebos mostraron respuesta de correlación negativa y significativas. Aun así, parece notarse que el peso no incide en la respuesta de captura de adultos (Cuadro 2).

Las variables asociadas al color de la cáscara del fruto registraron valores de correlación de medianas a bajas, con significancia estadística cuando se analizó las capturas con Suzuki trap[®]. Aparentemente cuando se utiliza este cebo, las capturas de *Z. indianus* tienden a correlacionarse medianamente con la cromaticidad del fruto (Cuadro 2).

La firmeza del fruto mostró correlación baja en ambas especies en los dos cebos utilizados para la captura de los drosófilidos (Cuadro 2), pero en el caso de *Z. indianus* capturados con Suzuki trap[®] parece ser significativamente de escasa importancia.

Los sólidos solubles totales presentes en el fruto mostraron una respuesta uniforme sin importar la especie de mosca y de cebo analizado, en todos los casos la respuesta fue de baja correlación negativa, pero significativa.

La acidez titulable mostró una inconsistencia entre especies y cebos analizados, ya que las capturas mostraron significancia contraria en dependencia del cebo y especie analizado, pero con menor correlación con respecto a las capturas observadas con Suzuki trap[®].

Cuadro 2. Correlación de variables morfológicas y químicas de frutos de higo y capturas de adultos de dos drosofilidos (Diptera: Drosophilidae) en huertos comerciales.

Cebo	SWD® doble señuelo		Suzuki trap®	
Drosofilido	<i>Zaprionus indianus</i>	<i>Drosophila suzukii</i>	<i>Zaprionus indianus</i>	<i>Drosophila suzukii</i>
Diámetro polar	-0.044	-0.044	0.081*	0.072*
Diámetro ecuatorial	-0.126	-0.126	0.406**	0.107*
Peso	-0.266*	-0.266*	-0.407**	-0.268**
L	0.303*	0.033*	-0.474***	0.322**
C	0.326**	0.326**	0.553***	0.362**
H	0.138	0.138	0.156*	0.093*
Firmeza	0.265*	0.265*	-0.083***	0.352**
Sólidos solubles totales	-0.138	-0.274	-0.1919*	-0.109*
Acidez titulable	0.185	-0.128	-0.050*	0.041*

*, **, ***, Significancia de la correlación a $P < 0.05, 0.01, 0.0001$, respectivamente

Discusión

D. suzukii y *Z. indianus* son atraídas principalmente por sustancias fermentadas como el vino y el vinagre, así como por algunas especies de levaduras. El atrayente Suzuki trap® está compuesto por sustancias proteicas enriquecidas, lo que hace que tenga un olor característico a fruta fermentada. El cebo SWD® es un atrayente sintético selectivo compuesto de sustancias volátiles de vino y vinagre: ácido acético, etanol, acetoína y methionol (Colomar, 2015). Sin embargo, las capturas registradas en el presente estudio tienden a ser similares, lo que indica que no se registró efecto fuerte por el tipo de cebo utilizado.

Las características del fruto registradas en el presente estudio coinciden con lo registrado por otros autores y que marcan la calidad generada en la región. Por ejemplo, la forma del fruto observada fue de tipo ovoide, lo que coincide por lo mencionado por Crisosto *et al.* (2013) quienes señalan un rango de calibre de 42.3 a 54 mm.

Durante la evaluación, los frutos al inicio del muestreo presentaron valores promedio de 8.3 g e incrementaron hasta 17.9 g. Existe una gran variabilidad en cuanto a

peso medio de fruto de higo, como son factores genéticos, condiciones ambientales, manejo agronómico y edad de los árboles (Botti *et al.*, 2003).

La luminosidad es la cantidad de luz reflejada por una superficie en comparación con la luz reflejada por otra superficie en iguales condiciones de iluminación (L^*), donde 0 corresponde al color negro y 100 corresponde al color blanco (Shewfelt, 2003). Los valores iniciales promedio fueron de 40.2, estos valores disminuyeron conforme pasaron las fechas de evaluación, en la última fecha los valores promedio fueron de 19.1. Polat y Caliskan (2008) reportaron valores similares de luminosidad en variedades colar y supefig1. Crisosto *et al.* (2010) obtuvieron valores ligeramente superiores a lo reportado en este trabajo, utilizando variedades de higo Mission, Brow y Turkey.

La cromaticidad (C^*) es el grado de intensidad, para que un color se acerque a uno puro (McGuire, 1992). Los valores promedios iniciales para la primera réplica fueron de 23.0 y en el último muestreo fue de 5.1. Crisosto *et al.* (2010) obtuvieron para la variedad 'Mission' valores de 10.3, estos son mayores a los obtenidos en el presente trabajo. Las variaciones en el color que se producen en los frutos se deben a diversos factores como la intensidad de luz, temperatura, y época de cosecha (Manera *et al.*, 2012).

El matiz indica el nombre del color, valores mayores a 270 señalan color negro, púrpura, violeta, valores cercanos a 0 nos indican colores como el morado, rojo, naranja (Shewfelt, 2003).

La dulzura del fruto está en función de su concentración de azúcares. Generalmente la concentración de azúcares se mide indirectamente a través de la concentración de sólidos solubles totales ($Brix^\circ$), mediante el uso de un refractómetro (Shewfelt, 2009). La pulpa de los higos contiene glucosa, fructuosa y sacarosa, a medida que el higo madura aumenta la proporción de azúcares, las pectinas tienen mucha importancia en la maduración provocando los cambios de textura en las frutas (Aljane *et al.*, 2007). Los valores promedios al inicio del muestreo fueron de $2.0^\circ Brix$ posteriormente se incrementó a $6.4^\circ Brix$. Ferrara y Papa (2001) realizaron un estudio de 6 variedades de higos turcos, obtuvieron rango de sólidos solubles que osciló desde los 15° hasta los $19^\circ Brix$, indicaron que el contenido de sólidos

solubles en los higos varía dependiendo del cultivar, de las condiciones edafoclimáticas y de la época de recolección.

La firmeza del fruto es una característica que muestra tendencia lógica de disminuir su valor conforme madura el fruto, y fue un atributo con tendencia constante a la baja, de un valor original de 42.5 N hasta finalizar en 3.6 N. Aun así, fue superior por lo registrado por Villalobos et al. (2016) también en frutos de variedad 'Black Mission' con registro final de 0.7 N.

La acidez titulable indica la cantidad de ácidos orgánicos que tiene un fruto, y son importantes porque generan el sabor ácido del fruto, siendo una forma de energía para las células vegetales (Ladaniya, 2008). La acidez del primer muestreo fue de 0.19 %, y después de 70 días cuando los frutos estaban en madurez de consumo se cuantificó en 0.16 % de contenido de ácido cítrico; lo que es similar a lo reportado por IPGRI y CIHEAM (2003). Aunque de valor bajo si se comparan con lo reportado por Crisosto et al. (2010), de 0.4 para 'Black Mission'.

Cálculo de índice Moscas Trampa Día (MTD)

El valor máximo de MTD se obtuvo con cebo *suzukii trap*[®] presentando la mayor captura de moscas el 25 de octubre (29.21), siendo la única fecha donde hubo más capturas. Para el caso del cebo SWD presento el máximo de capturas de moscas el 6 de diciembre (22.5) (Figura 23).

Análisis de correlación

Las capturas de adultos de ambas especies de drosófilidos mostraron respuestas similares a las variables del fruto estudiadas, excepto en las dimensiones del fruto, ya que para SWD[®] doble señuelo la correlación fue negativa y para Suzuki trap[®] es positiva (Cuadro 2). En general, las correlaciones se caracterizaron por ser negativas y de mediana a baja correlación.

Las variables asociadas con el color del fruto (L, C, H) mostraron correlación positiva baja, pero positiva, en ambas especies sin importar el cebo analizado.

En el caso del peso, la correlación para ambas especies fue negativa; sin embargo, fue altamente significativa para ambas especies utilizando cebo Suzuki Trap[®] ($P=$

0.0001). Esto pudiese indicar que, a mayor peso del fruto, la densidad de las moscas tiende a ser menor, lo que representa que estas dos especies prefieren frutos pequeños.

Las variables de color (L, C) mostraron correlación positiva y significativa para *Z. indianus*, sin embargo, para *D. suzukii* la correlación fue altamente significativa para las variables L y C ($P= 0.0001$); es posible que para este drosófilido estas variables influyan en su densidad poblacional ya que son atraídas por colores intensos como el rojo, azul, púrpura. Basoalto et al. (2013; Aunque para H la correlación fue positiva, solo para cebo Suzukii Trap[®] fue significativa ($P= 0.05$).

Firmeza fue correlacionada positivamente para ambas especies, aunque fue más baja para cebo SWD ($P= 0.05$); esto parece indicar que para *Z. indianus* el incremento en la densidad poblacional es mayor cuando los frutos tienen más firmeza,

Sólidos solubles totales mostró correlación negativa y significativa ($P= 0.001$) solo para cebo Suzukii trap[®] para ambas especies, lo anterior puede indicar una asociación entre las densidades poblacionales de los drosófilidos y el poco contenido de azúcares presentes en el fruto.

Se ha establecido que las hembras de los drosófilidos tienen preferencia por ovipositar por frutos maduros (Wong *et al.*, 2018; Cloonan *et al.*, 2018); sin embargo, en el presente estudio, con los cebos utilizados no fue posible asociar con claridad el efecto de las variables de madurez de los frutos (pérdida de firmeza, concentración de sólidos solubles totales, o cambio en color y dimensiones del fruto) con las capturas de ambas especies. Posiblemente esto se deba a un efecto de sobrepoblación de *Z. indianus* y *D. suzukii* provenientes ya sea de huertos vecinos o de hospederos alternos, lo que conduce a tener poblaciones altas sin importar en gran medida el estado de madurez del fruto del higo. Adicionalmente, es posible encontrar entre las huertas del área de estudio distintas fases fenológicas de desarrollo del fruto, por lo que las poblaciones de los drosófilidos tienen siempre disponibilidad de sitios de ovipostura y que garantizan invasiones continuas.

Literatura citada

- Aljane F, Toum I, Ferchichi A. (2007). Hplc determination of sugars and atomic absorption analysis of mineral salts in fresh figs of Tunisian cultivars. *African Journal of Biotechnology* 6: 599-602.
- Anónimo. (1999). Norma oficial Mexicana NOM-023-FITO-1995 por la que se establece la Campaña Nacional contra Moscas de las Frutas.
- AOAC. (1990). Official Methods and Analysis. Association of Official Analytical Chemists (AOAC). Helrich, K. (ed.). Arlington, Virginia USA. p1298.
- Asplen MK, Anfora G, Biondi A, Choi DS, Chu D, Daane KM, Desneux N. (2015). Invasion biology of spotted wing *Drosophila* (*Drosophila suzukii*): a global perspective and future priorities. *Journal of Pest Science* 88: 469-494.
- Atallah J, Teixeira L, Salazar R, Zaragoza G, Artyom K. (2014). The making of a pest: The evolution of a fruit-penetrating ovipositor in *Drosophila suzukii* and related species. *Proceedings of the Royal Society B* 281: 20132840.
- Basoalto E, Hilton R, Knight A. (2013). Factors affecting the efficacy of a vinegar trap for *Drosophila suzukii* (Diptera; Drosophilidae). *J. Apple. Entomol.* (in press). (doi: 10. 1111/ jen. 12053).
- Bautista MN, Illescas RCP, López BE, Velázquez MLJ, García ACJ. (2017). Presence of Drosophilidae (Diptera: Ephydroidea) flies associated with fig fruits in Morelos, México, Source: *Florida Entomologist*, 100(4):813-816.
- Botti C, Franck N, Prat L, Ioannidis D, Morales B. (2003). The effect of climatic conditions on fresh fig fruit yield, quality and type of crop. *Acta Horticulture* 605: 37-43.
- Caliskan O, Polat A, (2008). Fruit characteristics of fig cultivars and genotypes grown in turkey. *Scientia Horticulture* 115: 360 – 367.
- Castrezana S. (2007). New records of *Zaprionus indianus* Gupta, 1970 (Diptera, Drosophilidae) in North America and a key to identify some *Zaprionus* species deposited in the *Drosophila* Tucson Stock Center. *Research Notes*, 90, 34-36.

- Cloonan RK, Abraham J, Angeli S, Syed Z & Rodríguez C. (2018). Advances in the chemical ecology of the spotted wing *Drosophila* (*Drosophila suzukii*) and its applications. *Journal of Chemical Ecology* 44: 922–939.
- Colomar LA. (2015). Estudios desarrollados sobre los métodos biotecnológicos disponibles para el seguimiento y control de *Drosophila suzukii* en España. *Phytoma España: La revista profesional de sanidad vegetal*, 269, 20.
- Crisosto CH, Bremer V, Ferguson L, Crisosto GM. (2010). Evaluating Quality Attributes of four fresh fig (*Ficus carica* L.) Cultivars Harvested at two maturity stages. *HortScience* Vol.45 (4): 707-710.
- Crisosto CHJ, Elizabeth Mitcham y Kader Adel A. (2013). Calidad Postcosecha en Higo. Department of Plant Sciences, University of California, Davis, CA 9561
- Daane KM, Johnson MW. (2010). Olive fruit fly: Managing an ancient pest in modern times. *Annu. Rev. Entomol.* 55, 151–169.
- Dreves A, Walton V, Fisher GA. (2009). New Pest Attacking Healthy Ripening Fruit in Oregon. Oregon University Service, EM 8991, 1–6.
- Domínguez-Monge, S, López-Martínez, V, Martínez-Mirafuentes A, Delgadillo-García Á, Guillen-Sánchez D, & Campos-Figueroa M. (2021). Dinámica Poblacional de *Zaprionus indianus* y *Drosophila suzukii* en higo en el estado de Morelos, México. *Southwestern Entomologist*: 45(4), 1161-1164.
- Ferrara E, Papa G. (2001). Evaluation of fig cultivars for breva crop. Second International symposium on fig. Cáceres (Spain).
- Gao HH, Wang YP, Ma N, Chen H, Zhai YF, Dang HY, Yu Y. (2017). Oviposition selection of *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) on four cherry varieties and its relationship to the physiological characteristics of cherry fruit. *Acta Entomol. Sin.* 60, 328–334.
- Gomes LH, Echeverrigaray S, Conti JH, Lourenco MVM and Duarte KM. (2003). Presence of the yeast *Candida tropicalis* in figs infected by the fruit fly *Zaprionus indianus* (Dip.: Drosophilidae). *Brazilian Journal of Microbiology* 34: 5–7. (2003).
- Ibarra-Bautista B, Rebollar-Alviter Á, & Flores-González E. (2014). Evaluación de trampas para la captura de *Drosophila suzukii* en parcelas comerciales de

- zarzamora y frambuesa, en Michoacan. *Entomología Mexicana*, 1: 772–776.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). (2009). Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Ayala, Morelos Clave geoestadística 17004. Disponible en: http://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/17/17004.pdf
- IPGRI y CIHEAM. (2003). Descriptors for Fig. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy, and International Centre for Advanced Mediterranean Agronomic Studies, Paris, France. 52 pp.
- Keesey IW, Markus K, Hansson BS. (2015). Olfactory specialization in *Drosophila suzukii* supports an ecological shift in host preference from rotten to fresh fruit. *J. Chem. Ecol*, 41, 121–128.
- Kong M, Lampinen B, Shackel K y Crisosto CH. (2013). Fruit skin side cracking and ostiole-end splitting shorten postharvest life in fresh figs (*Ficus carica* L.), but are reduced by déficit irrigation. *Postharvest Biology and Technology* 85, 154–161.
- Ladaniya SM. (2008). Citrus Fruit, technology and evaluation. Academic press. USA. 558p.
- Manera FJ, Legua P, Melgarejo P, Martínez R, Martínez JJ, Hernández Fca. (2012) Effect of air, temperatura on rid color development in pomegranates. *Scientia Horticulture* 134: 245-247.
- McGuire RG. (1992) Reporting of objective color measurements, *HortScience* 27 1254–1255.
- Markow TA, and Grady PO. (2006). Key to species, pp. 85-142. In *Drosophila: A Guide to Species Identification and Use*. Academic Press, Cambridge, MA.
- Matavelli C, Carvalho MJA, Martins NE y Mirth CK. (2015). Differences in larval nutritional requirements and female oviposition preference reflect the order of fruit colonization of *Zaprionus indianus* and *Drosophila simulans*. *Journal of insect physiology*, 82, 66-74.

- Miller M, Marshall S, Grimaldi D. (2017). A Review of the Species of *Drosophila* (Diptera: Drosophilidae) and Genera of Drosophilidae of Northeastern North America Canadian Journal of Arthropod Identification No. 31
- Paull RE, JC Deputy and Chen JN. (1983). Changes in organic acids, sugars and headspace volatiles during fruit ripening of soursop (*Annona muricata* L.) J. Am. Soc. Hort. Sci. 108: 931-934
- Pereira, C., Serradilla, M. J., Martín, A., del Carmen Villalobos, M., Pérez-Gragera, F., & López-Corrales, M. (2015). Agronomic behaviour and quality of six fig cultivars for fresh consumption. *Scientia Horticulturae*, 185, 121-128.
- SADER (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural). (2019). Producción de higo en Morelos. <https://www.gob.mx/agricultura%7Cmorelos/articulos/morelos-Principal-productor-de-higo-ha-nivel-nacional>
- Shewfelt LR. (2003). Color. In: postharvest physiology and technology and pathology vegetables. Marcel Dekker. New York USA. 773 p.
- Shewfelt LR. (2009). Measuring quality and maturity. In: postharvest handling. A systems approach. Food Science and technology, international series. pp: 461 .481.
- Stein CP, Teixeira EP y Novo JPS. (1999). Mosca do figo *Zaprionus indianus*. Consultada em: abril de 2005. URL: <http://www.iac.br/~cenfit/artigos/zaprionus>.
- Stover E, Aradhya M, Ferguson L, Crisosto CH. (2007). The fig: Overview of an ancient fruit. *Hortsciense*, 42:1083 -1087.
- Vilela CR. (1999). *Zaprionus indianus* Gupta, 1970 (Diptera, Drosophilidae) currently colonizing the Neotropical Region. *Drosophila Information Service*: 82: 37-39.
- Vilela CR, Goñi B. (2015). Mosca-africana-do-figo, *Zaprionus indianus* (Diptera: Drosophilidae), pp. 48-52 In Vilela E, Zucchi RA, Cantor F [eds.], Histórico e impacto das pragas introduzidas no Brasil, 2nd edition. Holos Editora, Ribeirão Preto, São Paulo, Brazil.
- Villalobos MC, Serradilla MJ, Martín A, Ruiz-Moyano S, Pereira C, and de guía CM. (2016). Synergism of defatted soybean meal extract and modified

- atmosphere packaging to preserve the quality of figs (*Ficus carica* L.).
Postharvest Biology and Technology 11, 264-273.
- Voss HD. (1992). Relating colorimeter measurement phases of plant color to the Royal Horticulture Society Color Chart. HortScience 27:1256-1260.
- Walsh DB, Bolda MP, Goodhue RE, Dreves AJ, Lee J, Bruck DJ, Zalom FG. (2011). *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae): Invasive pest of ripening soft fruit expanding its geographic range and damage potential. Journal of Integrated Pest Management, 2(1), G1–G7.
<https://doi.org/10.1603/ipm10010>.
- Whitam FF, Blades DF, and Devlin RM. (1971). Experiments in Plant Physiology. Van Nostrand Reinhold Com-pany. New York, USA. 245 p.
- Wong JS, Wallingford AK, Loeb GM, and Lee JC. (2018). Physiological status of *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) affects their response to attractive odours. J Appl. Entomol. 142: 473-482.

Capítulo 3. Cebos alimenticios naturales no capturan adultos de *Zaprionus indianus* y *Drosophila suzukii* en plantaciones de higo¹

3. Objetivo general

Determinar la abundancia y fluctuación temporal de *D. suzukii* y *Z. indianus* (Diptera: Drosophilidae) en higo en Ayala, Morelos, México.

Objetivo específico

3. Evaluar la efectividad cebos naturales a base frutos, fermentos y vinagre en la captura de adultos de *Z. indianus* y *D. suzukii* (Diptera: Drosophilidae) en frutos de higo en Morelos, México.

Hipótesis

Zaprionus indianus y *D. suzukii* son atraídas por las levaduras que se encuentran en frutas en descomposición.

¹ Este capítulo lleva el formato de la Revista de la Sociedad Entomológica Argentina.

Cebos alimenticios naturales no capturan adultos de *Zaprionus indianus* y *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) en plantaciones de higo

ARIOS-CARO, Liliana¹, LÓPEZ-MARTÍNEZ, Víctor¹, PÉREZ-DE LA O, Nidia Bélgica, ARAGÓN-GARCÍA, Agustín², CASTAÑEDA-VILDÓZOLA, Álvaro³, & HERNÁNDEZ-FUENTES, Luis Martín⁴

¹Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Av. Universidad 1001, Colonia Chamilpa, Cuernavaca, 62209, Morelos, México.

²Centro de Agroecología, Instituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, 14 sur 6301, Colonia San Manuel, 72570, Puebla, México.

³Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma del Estado de México, Campus "El Cerrillo", El Cerrillo Piedras Blancas, Toluca, Estado de México, 50200, México.

⁴Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental, Santiago Ixcuintla, Carr. Internacional México-Nogales, entronque a Santiago Ixcuintla, Nayarit, 63300, México.

Resumen

El higo es apreciado por su alto valor nutricional, alto contenido de azúcares y vitaminas. Uno de los principales problemas para la producción de esta fruta son las plagas como *Zaprionus indianus* Gupta y *Drosophila suzukii* Matsumura (Diptera: Drosophilidae), plagas económicamente importantes de frutas de epicarpio delgado. El monitoreo de *Z. indianus* y *D. suzukii* es muy importante para prevenir daños a la fruta. La alimentación de estas especies está relacionada con las frutas en descomposición y con levaduras. El trabajo se estableció en la localidad de Xalostoc municipio de Ayala Morelos, en dos huertas de productores cooperantes, se realizó un experimento con cuatro tratamientos T1 (Plátano y levadura), T2 (higo maduro), T3 (azúcar y levadura), T4 (vinagre de manzana) T5 testigo (cebo comercial Pherocon SWD® Dual-Lure®). Se utilizaron trampas tipo cubeta de plástico transparente con la base de color rojo y con 10 orificios de 4 mm de diámetro alrededor de la trampa, dentro de esta trampa se coloca un vaso dispensador de 100 ml en donde se colocó el cebo. El diseño experimental fue completamente al azar. Se colectaron 2,702 especímenes, el 10.4% (282) fueron adultos de *D. suzukii* y 89.6 % (2,420) de *Z. indianus*. Se obtuvieron diferencias significativas entre tratamientos, el tratamiento 5 superó el resto de los tratamientos para ambas especies, con promedio mayor de número de moscas capturadas por especie. El resto de los tratamientos no mostraron ningún nivel poblacional relevante en ninguno de los muestreos. *Drosophila suzukii* y *Z. indianus* son consideradas plagas invasivas bajo las condiciones de producción de higo en Morelos, de los cinco tratamientos estudiados, solo los tratamientos 1 y 5, son adecuados para la captura de estas moscas.

Palabras clave: Levadura, Higo, mosca del vinagre de alas manchadas, mosca africana del higo.

Abstract

The fig is appreciated for its high nutritional value, high content of sugars and vitamins. One of the main problems to produce these fruits are the pests *Zaprionus indianus* Gupta and *Drosophila suzukii* Matsumura (Diptera: Drosophilidae), economically important pests of thin epicarp fruits. The monitoring of *Z. indianus* and *D. suzukii* is very important to prevent damage to the fruit. The feeding of these species is related to decaying fruits and yeasts. The work was established in the Xalostoc, Ayala, Morelos, Mexico, in two orchards of cooperating producers. An experiment was carried out with four treatments T1 (Banana and yeast), T2 (ripe fig), T3 (sugar and yeast), T4 (apple cider vinegar) T5 control (Pherocon SWD© Dual-Lure© commercial bait). Transparent plastic bucket traps with a red base and 10 holes of 4 mm in diameter around the trap were used. Inside each trap, a 100 ml dispenser glass is placed where the bait was deposited. The experimental design was completely random. 2,702 specimens were collected, 10.4% (282) were adults of *D. suzukii* and 89.6% (2,420) of *Z. indianus*. Significant differences were obtained between treatments, treatment 5 exceeded the rest of the treatments for both species, obtaining a higher average number of flies captured by species. The rest of the treatments did not show any relevant population level in any of the samplings. *Drosophila suzukii* and *Z. indianus* are considered invasive pests under the conditions of fig production in Morelos, of the five treatments studied, only treatments 1 and 5, are adequate for the capture of these flies.

KEY WORDS: Yeast, Fig, spotted-wing drosophila, African fruit fly.

Introducción

La higuera, *Ficus carica* L. (Moraceae), es un árbol que se desarrolla rápidamente, es caducifolio, y bífero, Su sistema radicular, está formado por raíces fibrosas, abundantes y robustas, esta característica permite a la planta adaptarse a suelos de pedregosos o con poca materia orgánica (Stover *et al.*, 2007). Esta especie se encuentra distribuida en las regiones de clima templado y en algunas regiones tropicales y subtropicales. Su fructificación es en primavera y otoño (González y Grajal, 2011). El higo es apreciado por su alto valor nutricional, y alto contenido de azúcares, además de que es utilizado como tratamiento de diversas enfermedades (Crisosto *et al.*, 2010).

México cuenta con superficie sembrada de 1,809 ha y una producción total de 11,896 ton anuales; Morelos es el principal estado productor con 783 ha y una producción anual de 3,713 t destinadas al mercado nacional e internacional (SIAP, 2020). Anteriormente la producción se realizaba en huertas de traspatio con venta de manera local, pero debido a la demanda del mercado externo (Estados Unidos, Canadá y Francia) se han instalado huertas comerciales a campo abierto (SIAP, 2020) caracterizadas por nivel tecnológico bajo.

Uno de los principales problemas para la producción de esta fruta son las moscas de la fruta *Zaprionus indianus* Gupta y *Drosophila suzukii* Matsumura (Diptera: Drosophilidae), plagas económicamente importantes de frutas de epicarpio delgado. Ambas especies se encuentran en muchas partes del mundo, incluidos América, Europa y África (Asplen *et al.*, 2015). Ambas especies son consideradas como plagas invasoras (Walsh *et al.*, 2011) y representan un problema fitosanitario en higo a las plantaciones comerciales de la región (Bautista *et al.*, 2017; Domínguez-Mongue *et al.*, 2020; Arios-Caro *et al.*, 2021). Las hembras colocan sus huevos en frutos maduros en donde completan su desarrollo, lo que disminuye el valor comercial del fruto (Bolda *et al.*, 2010).

Para el control de sus poblaciones se hacen aplicaciones de espinosad y malatión (Klic *et al.*, 2016), sin embargo, la aplicación constante de estos productos químicos aumenta la resistencia (Gress *et al.*, 2019). En el monitoreo de estos insectos, se

han evaluado diversas trampas y cebos comerciales (Frewin *et al.*, 2017; Arios-Caro *et al.*, 2021; Huang & Gut, 2021), sin embargo, los productores locales demandan opciones económicas, pero técnicamente igual de eficientes.

El monitoreo de *Z. indianus* y *D. suzukii* es muy importante para prevenir daños a la fruta y establecer los programas de manejo de poblaciones. La alimentación de estas especies está relacionada con las frutas en descomposición y con levaduras (Hamby *et al.*, 2012). Los atrayentes utilizados para el seguimiento de *Z. indianus* y *D. suzukii* por lo general son aromas extraídos de fermentación de levaduras y frutas, como el vino y el vinagre (Landolt *et al.*, 2012a, 2012b), o de mezclas de diversas fuentes naturales (Landolt *et al.*, 2012a, 2012b). Por lo que, con la finalidad de proporcionar opciones de cebos económicos para la atracción de adultos de dos drosófilidos en el cultivo de higo, se evaluó la efectividad de cuatro cebos de origen natural colocados en trampas de fabricación casera.

Materiales y métodos

El trabajo se estableció en la localidad de Xalostoc, Ayala, Morelos, México; en una huerta comercial cultivada con la variedad 'Black Mission'. El clima en la región es del tipo cálido subhúmedo, con temperatura media anual de 24°C (INEGI, 2009).

Se emplearon cuatro atrayentes alimenticios naturales y uno comercial, elaborados de la forma siguiente: Tratamiento 1. Se realizó una mezcla de 400 g de plátano tabasco maduro, 11 g de levadura seca (Tradi-pan, Safmex SA de CV, Toluca, México) y 400 mL de agua (Huang *et al.*, 2021). Posteriormente, 50 mL de esta mezcla fueron colocados en un vaso dispensador de plástico y éste dentro del dispositivo de captura. Tratamiento 2. La mezcla consistió en 400 g de higo (variedad 'Black Mission') a $\frac{3}{4}$ de madurez y 400 mL agua. Se utilizaron 50 mL de la mezcla y se colocaron en un vaso dispensador de plástico dentro de la trampa. Tratamiento 3. Se realizó la mezcla de 33 g de levadura (Tradi-pan, Safmex SA de CV, Toluca, México), 200 g de azúcar y un litro de agua (Hamby *et al.*, 2012). Se utilizaron 50 mL de esta mezcla y se colocaron en un vaso dispensador de plástico

dentro de la trampa. Tratamiento 4. Se utilizaron 200 mL de vinagre de manzana (Barrilito®, Grupo Dimex, Ciudad de México, México) por trampa. Tratamiento 5. Se emplearon 250 mL del atrayente comercial Pherocon SWD© Dual-Lure© (Ferommis, México), por trampa. Todos los tratamientos utilizaron agua jabonosa al 5% como medio de retención, excepto los tratamientos cuatro y cinco. Se utilizaron trampas tipo cubeta de plástico transparente, con la base roja y con 10 orificios de 4 mm de diámetro alrededor de la trampa, el diseño incluye una franja de 5 cm para facilitar el vaciado de esta, dentro de esta trampa se colocó un vaso dispensador de 100 ml en donde se depositó el cebo (Figura 1). El diseño experimental fue completamente al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones, cada trampa se colocó a 20 metros de distancia una de otra, a la altura media de la copa del árbol, evitando la exposición directa al sol. Las trampas fueron revisadas semanalmente. El cebo fue reemplazado de forma semanal. El contenido de las trampas fue filtrado con un colador de plástico y los especímenes obtenidos se colocaron en frascos con alcohol al 70% para su transporte al laboratorio.



Figura 1. Trampa tipo cubeta con vaso dispensador.

El material entomológico fue montado en alfileres entomológicos e identificados a nivel de especie con las claves taxonómicas de Miller *et al.* (2017). La variable estudiada fue el número de adultos de *Z. indianus* y *D. suzukii* capturados por tratamiento. Los datos se sometieron a pruebas de normalidad y homogeneidad de

varianza, y a una comparación de medias por tratamiento (ANOVA), con la prueba de Fisher ($\alpha= 0.05$).

Cálculo de índice Moscas Trampa Día (MTD)

Es el Índice de infestación para conocer la presencia relativa de las moscas de la fruta en un área y periodo determinado. Para analizar la presencia relativa de especies con importancia agrícola, se calculó por tratamiento, el índice Moscas Trampa Día (MTD) de acuerdo con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-023-FITO-1995 (SENASICA, 1999):

$$MTD = \frac{M}{(T)(D)}$$

Dónde:

M= Número total de moscas

T= Número total de trampas atendidas

D= Número de días en que las trampas estuvieron expuestas en el campo

El valor calculado se expresa hasta con cuatro decimales (0.0000) y se clasifica las poblaciones como de nula prevalencia (MTD= 0.0000), baja prevalencia (≤ 0.0100) y alta prevalencia (>0.1000) (SENASICA, 1999).

Resultados

Los cebos estudiados atrajeron a ambas especies de drosofilidos, 2,702 especímenes fueron colectados en total, 10.4% (282) correspondieron a *D. suzukii* y 89.6 % (2,420) a *Z. indianus*.

El cebo comercial Pherocon SWD© Dual-Lure© fue el que mayor número de ejemplares atrajo para ambas especies, mientras que la respuesta de ambos drosofilidos al resto de los atrayentes estudiados fue distinta (Figura 2A, 2B). *Drosophila suzukii* fue atraída a trampas cebadas con frutos (plátano e higo), más que al azúcar con levadura, pero el número de ejemplares no fue distinto estadísticamente al emplear vinagre en las trampas (Figura 1A). *Zaprionus indianus* mostró una clara atracción a los tratamientos con frutos naturales y la captura fue mayor (79.5%) en comparación con el resto de los atrayentes naturales evaluados (Figura 2B).

Las poblaciones de ambas especies difirieron con el tiempo (Figura 3A, 3B). Las poblaciones de *D. suzukii* disminuyeron conforme el experimento avanzó hasta registrar cero capturas en la última fecha para las trampas con Pherocon SWD[®] Dual-Lure[®] (Figura 3A). La fluctuación para *Z. indianus* fue distinta de acuerdo con los cebos estudiados. Mientras que azúcar+levadura, vinagre de manzana e higo maduro mostraron capturas constantes a lo largo del experimento; plátano+levadura o Pherocon SWD[®] Dual-Lure[®] mostraron las capturas con mayor variación entre fechas de muestreo, aún más, con plátano+levadura se observó una tendencia hacia la disminución de capturas al final del experimento (Figura 3B).

De acuerdo con lo establecido por SENASICA (1999), las poblaciones de adultos de ambas especies se consideran como de alta prevalencia (Tabla 1), tales densidades deberán estimular el trabajo en conjunto y de forma regional para el manejo de estos drosofilidos.

Discusión

Drosophila suzukii y *Z. indianus* son dos drosofilidos con respuesta de atracción hacia atrayentes de origen natural (Landolt *et al.*, 2012a, 2012b, Revadi *et al.*, 2015). Se considera que los volátiles de frutas y hojas de plantas hospederas sirven como atrayentes de alimentación y estimulan la ovipostura (Revadi *et al.*, 2015). La respuesta a estos cebos está influenciada por el estado fisiológico de los adultos (Swoboda-Bhattarai *et al.*, 2017). Sin embargo, en el presente estudio, los atrayentes de origen natural empleados no fueron tan eficientes en la atracción de adultos de ambas especies de drosofilidos en comparación con el cebo comercial estudiado.

La composición de los atrayentes jugó un rol importante en el número de capturas de adultos de drosofilidos. Pherocon SWD[®] Dual-Lure[®] está elaborado a base de ácido acético, etanol, acetoína y methionol; compuestos que han demostrado su eficiencia en la atracción de estos drosofilidos (Cha *et al.*, 2012, Arios-Caro *et al.*, 2021); tiene como ventaja adicional en campo, que se coloca en las trampas sin realizar dilución o mezcla alguna.

En contraste, si bien se ha reportado la atracción de *D. suzukii* y *Z. indianus* a frutos y levaduras (Hamby *et al.*, 2012, Frewin *et al.*, 2017), vinagre (Landolt *et al.*, 2012a, 2012b; Burrack *et al.*, 2013); al parecer no cuentan con el tipo y cantidad suficiente de compuestos que resulten atractivos para las moscas estudiadas y tienden a mostrar respuesta de atracción variable (Joshi *et al.*, 2017).

Los distintos cebos evaluados mostraron pros y contra que productores deberán tomar en cuenta al momento de la selección en campo. Pherocon SWD® Dual-Lure® fue el cebo con mayor atracción para ambas especies drosofilidas, pero puede representar incremento en el costo de producción. En cambio, los cebos naturales tienden a ser económicos y de fácil acceso, pero muestran menor eficiencia en capturas e inclusive atraen especies no objetivo (Lee *et al.*, 2012, Burrack *et al.*, 2013).

Finalmente, las densidades poblacionales detectadas revelan que el cultivo y el área de estudio cuenta con las condiciones ambientales óptimas que permiten la proliferación de ambas especies de drosofilidos. Abordar tales densidades demandará mayor organización de los productores, así como un enfoque regional de manejo integrado de plagas (Brewer y Goodell, 2012).

Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo otorgado a Liliana Arios Caro para realizar estudios de doctorado (No. de becario 702226).

Bibliografía citada

- Arios-Caro, L., López-Martínez, V., Alia-Tejacal, I., Guillén-Sánchez, D., Juárez-López, P., & Pérez-de la O, N.B. (2021). Food baits and traps for monitoring *Drosophila suzukii* and *Zaprionus indianus* “Drosophilidae” in fig orchards. *Entomology and Applied Science Letters*, 8, 43-51. <https://doi.org/10.51847/gDQOwilx49>
- Asplen, M.K., Anfora, G., Biondi, A., Choi, D.S., Chu, D., Daane, K.M., Gilbert, P., Gutierrez, A.P., & Hoelmer, K.A. (2015). Invasion biology of spotted *Drosophila* (*Drosophila suzukii*): a global perspective and future priorities. *Journal of Pest Science*, 88, 469-494. <https://doi.org/10.1007/s10340-015-0681-z>
- Bautista, N., Illescas, C.P., López, E., Velázquez, L.J., & García, C. (2017). Presence of Drosophilidae (Diptera: Ephydroidea) flies associated with fig fruits in Morelos, Mexico. *Florida Entomologist*, 100, 813-816
- Bolda, M.P., Goodhue, R.E., & Zalom, F.G. (2010). Spotted Wing *Drosophila*: potential economic impact of a newly established pest. *ARE Update*, 13, 5-8.
- Brewer, M.J., & Goodel, P.B. (2012). Approaches and incentives to implement integrated pest management that addresses regional and environmental issues. *Annual Review of Entomology*, 57, 41-59. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-120709-144748>
- Burrack, H.J., Fernández, G.E., Spivey, T., & Kraus, D.A. (2013). Variation in selection and utilization of host crops in the field and laboratory by *Drosophila suzukii* Matsumura (Diptera: Drosophilidae), an invasive frugivore. *Pest Management Science*, 69, 117380. <https://doi.org/10.1002/ps.3489>.
- Cha, D.H., Adams, T., Rogg, H., & Landolt, P.J. (2012). Identification and field evaluation of fermentation volatiles from wine and vinegar that mediate attraction of spotted wing drosophila, *Drosophila suzukii*. *Journal of Chemical Ecology*, 38, 1419-1431. <https://doi.org/10.1007/s10886-012-0196-5>

- Crisosto, C.H., Bremer, V., Ferguson, L., & Crisosto, G.M. (2010). Evaluating quality attributes of four fresh fig (*Ficus carica* L.) cultivars harvested at two maturity stages. *Hortscience*, 45, 707- 710.
- Domínguez-Monge, S., López-Martínez, V., Martínez-Mirafuentes, A., Delgadillo-García, Á., Guillen-Sánchez, D., & Campos-Figueroa, M. (2020). Dinámica poblacional de *Zaprionus indianus* y *Drosophila suzukii* en higo en el estado de Morelos, México. *Southwestern Entomologist*, 45, 1161-1164.
- Frewin, A.J.; Renquema, J.; Fraser, H.; & Hallett, H. (2017). Evaluation of attractants for monitoring *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae). *Journal of Economic Entomology*, 110, 1156-1163.
- Gress, B.E., & Zalom, F.G. (2019). Identification and risk assessment of Spinosad resistance in a California population of *Drosophila suzukii*. *Pest Management Science*, 75, 1270-1276.
- González, A.M., & Grajal, M.J. (2011). Higueras de Canarias. Caracterización morfológica de variedades. Islas Canarias, España: Instituto Canario de Investigaciones Agrarias; 126p.
- Hamby, K.A., Hernández, A., Boundy-Mills, K., & Zalom, F.G. (2012). Associations of yeasts with spotted-wing drosophila (*Drosophila suzukii*; Diptera: Drosophilidae) in cherries and raspberries. *Applied Environmental Microbiology*, 78, 4869-4873.
- Huang, J., & Gut, L.J. (2021). Impact of background fruit odors on attraction of *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) to its symbiotic yeast. *Journal of Insect Science*, 21, 4. <https://doi.org/10.1093/jisesa/ieab016>
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). (2009). Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Ayala, Morelos Clave geoestadística 17004. Disponible en: http://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/17/17004.pdf
- Joshi, N.K., Butler, B., Demchak, K., & Biddinger, D. (2017). Seasonal occurrence of spotted wing drosophila in various small fruits and berries in Pennsylvania and Maryland. *Journal of Applied Entomology*, 141, 156-160.

- Klic, J., Yang, W.Q., Lee, J.C., & Bruck, D.J. (2016). Programas de fumigación reducidos para el manejo de *Drosophila suzukii* en cultivos de bayas. *Pest Management*, 62, 368-377.
- Landolt, P.J., Adams, T., & Rogg, H. (2012a) Trapping spotted wing drosophila, *Drosophila suzukii* (Matsumura) (Diptera: Drosophilidae), with combinations of vinegar and wine, and acetic acid and ethanol. *Journal of Applied Entomology*, 136, 148-154. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.2011.01646.x>
- Landolt, P.J., Adams, T., Davis, T.S., & Rogg, H. (2012b) Spotted wing drosophila, *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae), trapped with combinations of wines and vinegars. *Florida Entomologist*, 95, 326-332. <https://doi.org/10.1653/024.095.0213>
- Lee, J.C. (2012). Evaluation of monitoring traps for *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) in North America. *Journal of Economic Entomology*, 105, 1350-1357.
- Miller, M.E., Marshall, S.A., & Grimaldi, D.A. (2017). A review of the species of *Drosophila* (Diptera: Drosophilidae) and genera of Drosophilidae of Northeastern North America. *Canadian Journal of Arthropod Identification*, 31, 1-280. <https://doi.org/10.3752/cjai.2017.31>
- Revadi, S., Vitagliano, S., Stacconi, M.V.R., Ramasamy, S., Mansouriano, S., Carlin, S., Vrhovsek, U., Becher, P.G., Mazzoni, V., Rota-Stabelliet, O., Angeli, S., Dekker, T., & Anfora, G. (2015) Olfactory responses of *Drosophila suzukii* females to host plant volatiles. *Physiological Entomology*, 40, 54-64. <https://doi.org/10.1111/phen.12088>
- SENASICA (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria). (1999). Norma oficial Mexicana NOM-023-FITO-1995 por la que se establece la Campaña Nacional contra Moscas de las Frutas.
- Swoboda-Bhattarai, K.A., McPhie, D.R., & Burrack, H.J. (2017) Reproductive status of *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) females influences attraction to fermentation-based baits and ripe fruits. *Journal of Economic Entomology*, 110, 1648-1652.

- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera) [Internet]. (2020). Anuario estadístico de la producción agrícola. 8 de noviembre de 2021. Disponible en <http://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- Stover, E., Aradhya, M., Ferguson, L., & Crisosto, C.H. (2007). The fig overview of an ancient fruit. *Hortscience*, 42, 1083-1087.
- Walsh DB, Bolda MP, Goodhue RE, Dreves AJ, O'Neil SD, Zalom FG. (2011). *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae): Invasive pest of ripening soft fruit expanding its geographic range and damage potential. *Journal of Integrated Pest Management*, 106, 289–295.

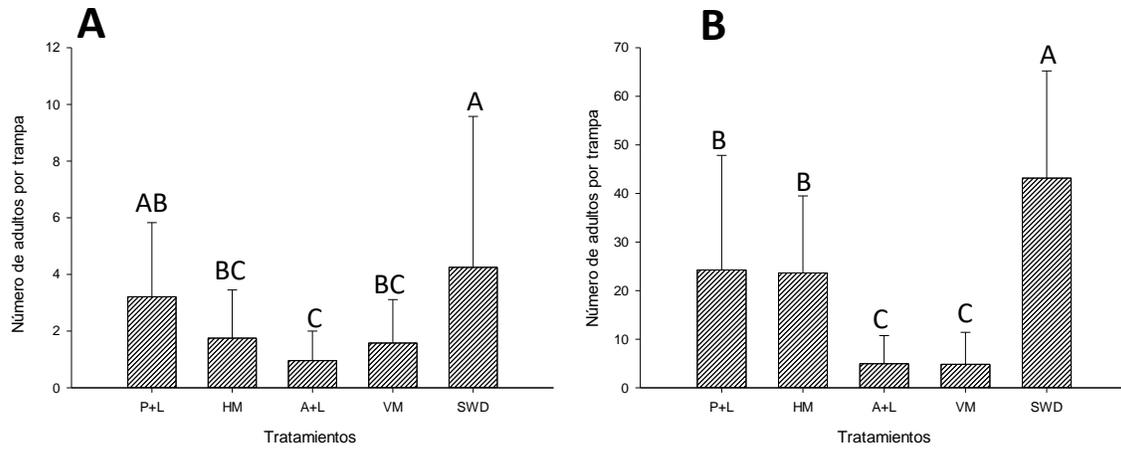


Figura 2. Captura de adultos *D. suzukii* (A) y *Z. indianus* (B) en trampas con distintos cebos alimenticios en higo. P+L: plátano con levadura, HM: higo maduro, A+L: azúcar con levadura, VM: vinagre de manzana, SWD: Pherocom SWD.

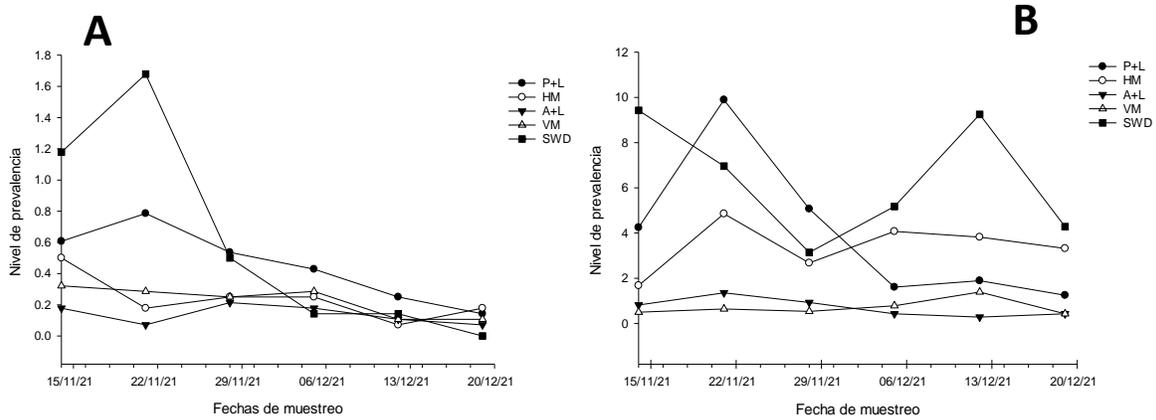


Figura 3. Nivel poblacional de *Drosophila suzukii* (A) y *Zaprionus indianus* (B) con diferentes cebos alimenticios en huertas de higo en Morelos. P+L: platano con levadura, HM: Higo maduro, A+L: azúcar con levadura, VM: Vinagre de manzana, SWD: Pherocom SWD.

Tabla 1. Niveles de prevalencia de poblaciones de dos drosófilidos de importancia económica en higo en Morelos, México.

Tratamiento	Nivel de prevalencia máximo	Nivel de prevalencia mínimo	Semanas con valores de prevalencia de 0	Promedio MTD
<i>Drosophila</i>				
<i>suzukii</i>	0.7857	0.1428	0	0.4285
Plátano + Levadura				
Higo Maduro	0.5000	0.0714	0	0.1857
Azúcar + Levadura	0.2142	0.0714	0	0.1285
Vinagre de Manzana	0.3214	0.1071	0	0.2071
Pherocon SWD®	1.6785	0	1	0.4928
<i>Zaprionus</i>				
<i>indianus</i>				
Plátano + Levadura	9.8928	1.2500	0	4.7928
Higo Maduro	4.8571	1.6785	0	4.0857
Azúcar + Levadura	1.3571	0.2857	0	0.8500
Vinagre de Manzana	1.3928	0.4285	0	0.8571
Pherocon SWD®	9.4285	3.1428	0	7.6500



Food Baits and Traps for Monitoring *Drosophila Suzukii* and *Zapronius Indianus* "Drosophilidae" in Fig Orchards

Liliana Arios-Caro¹, Víctor López-Martínez^{1*}, Iran Alia-Tejacal¹, Dagoberto Guillén-Sánchez², Porfirio Juárez-López¹, Nidia Bélgica Pérez-De la O³

¹ Faculty of Agricultural Sciences, Autonomous University of the State of Morelos, Cuernavaca, Mexico.

² Xalostoc School of Higher Studies, Autonomous University of the State of Morelos, Cuernavaca, Mexico.

³ Phytosanitary-Entomology and Acarology Postgraduate Program, College of Postgraduate, Montecillo, Mexico.

ABSTRACT

Drosophila suzukii Matsumura and *Zapronius indianus* Gupta (Diptera: Drosophilidae) are invasive pests that attack fig crops in Mexico. Monitoring fruit flies' populations' density is the main tool for taking control action choices. In the case of fruit flies, the use of food baits and traps is a regular practice in fruit and vegetable production. However, local fig growers are characterized by a low technological level, with a constant search for economical and practical options to improve their quality and incomes. Here we tested three traps (two from formal manufacturers and one plastic handmade) and three food baits for collecting adults of *D. suzukii* and *Z. indianus*. Two trials were conducted in different periods, November-December 2018 and July-August 2019 in local fig orchards. Handmade plastic jar traps baited with commercial food baits showed good performance against commercial traps, for the two fruitflies in both evaluation periods. The role of the handmade trap design in the attraction efficiency for fruitflies collection is discussed. The region of study is considered with a high population level of *D. suzukii* and *Z. indianus*.

Keywords: Fig flies, Drosophilid flies, Trapping, Handmade trap.

HOW TO CITE THIS ARTICLE: Arios-Caro L, López-Martínez V, Alia-Tejacal I, Guillén-Sánchez D, Juárez-López P, Pérez-De la O N B P L. Food Baits and Traps for Monitoring *Drosophila Suzukii* and *Zapronius Indianus* "Drosophilidae" in Fig Orchards. Entomol. Appl. Sci. Lett. 2021;8(4):43-51. <https://doi.org/10.51847/gDQOwi1x49>

Corresponding author: Víctor López-Martínez

E-mail ✉ victor.lopez@uaem.mx

Received: 25/08/2021

Accepted: 19/12/2021



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Dirección

Jefatura de Programas de Estudios de Posgrado

Cuernavaca, Morelos, 12 de mayo de 2023

Asunto: Voto Aprobación de Tesis.

MTRO. JESÚS EDUARDO LICEA RESENDIZ
TITULAR DE LA DIRECCIÓN DE LA FACULTAD
DE CIENCIAS AGROPECUARIAS.
P R E S E N T E.

Por medio del presente informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis titulado: “**ABUNDANCIA, FLUCTUACIÓN POBLACIONAL Y EVALUACIÓN DE ATRAYENTES ALIMENTICIOS DE *Drosophila suzukii* y *Zaprionus indianus* (Diptera: Drosophilidae) EN HIGO EN AYALA, MORELOS, MÉXICO**” que presenta la: **M. C. LILIANA ARIOS CARO**, mismo que fue desarrollado bajo mi dirección y que servirá como requisito parcial para obtener el grado de **DOCTOR EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y DESARROLLO RURAL**, lo encuentro satisfactorio, por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que la alumna continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento y agradeciendo de antemano su valiosa colaboración, quedo de usted.

Atentamente
Por una humanidad culta
Una universidad de excelencia

VÍCTOR LÓPEZ MARTÍNEZ
Comité Evaluador

C.i.p. Archivo

Av, universidad 1001 Col. Chamilpa, Cuernavaca, Morelos, México 62209 Edificio 10-A
Tel (777)3297046, 3297000 Ext. 7046. fagropecuarias@uaem.mx



Una universidad de excelencia

RECTORÍA
2017-2023



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

VICTOR LOPEZ MARTINEZ | Fecha:2023-05-17 16:03:54 | Firmante

JgR9ZdNyPD6sU2tg1gSeCjo9kqNr5O+qjNA0Rhf0oNJ3UZ4l4Lq3g20y/JGOIOWJFXMw3e8XZgImVeR0IVYKfXbO0kZZsg+4RHjl2eh6HuJvMwoJ/v7KAG83eIlB3u/ZC25/5f42T/xDUjJleqN8adlaohu/f9NJWYKef.JoP0s7FrroH5cyPglNuiwn5uVmFiqq2kHB2/bGMhG9Lde1m193W85NCI3uFWII+IgL6zLkaU8QJrrizEN+UkEYmMx5CAZ8laYaRGBrmy3lBjP57lFSQGq5H3SpXyyskleYR+xdczZkHTUKPvPKCcfM25pClyWI3MB6O6i4EDNK7FJA==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



[AbiPNQax9](#)

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/wnzUkMi5zbVUGE9fyeR4Xnm2sbGaqI9o>





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Dirección

Jefatura de Programas de Estudios de Posgrado

Cuernavaca, Morelos, 12 de mayo de 2023

Asunto: Voto Aprobación de Tesis.

MTRO. JESÚS EDUARDO LICEA RESENDIZ
TITULAR DE LA DIRECCIÓN DE LA FACULTAD
DE CIENCIAS AGROPECUARIAS.
P R E S E N T E.

Por medio del presente informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis titulado: “**ABUNDANCIA, FLUCTUACIÓN POBLACIONAL Y EVALUACIÓN DE ATRAYENTES ALIMENTICIOS DE *Drosophila suzukii* y *Zaprionus indianus* (Diptera: Drosophilidae) EN HIGO EN AYALA, MORELOS, MÉXICO**” que presenta la: **M. C. LILIANA ARIOS CARO**, mismo que fue desarrollado bajo la dirección del **DR. VÍCTOR LÓPEZ MARTÍNEZ**, y que servirá como requisito parcial para obtener el grado de **DOCTOR EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y DESARROLLO RURAL**, lo encuentro satisfactorio, por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que la alumna continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento y agradeciendo de antemano su valiosa colaboración, quedo de usted.

Atentamente
Por una humanidad culta
Una universidad de excelencia

IRAN ALIA TEJACAL
Comité Evaluador

C.i.p. Archivo

Av, universidad 1001 Col. Chamilpa, Cuernavaca, Morelos, México 62209 Edificio 10-A
Tel (777)3297046, 3297000 Ext. 7046. fagropecuarias@uaem.mx



Una universidad de excelencia

RECTORIA
2017-2023



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

IRAN ALIA TEJACAL | Fecha:2023-05-17 20:13:14 | Firmante

C8pQfcuNtHlygtwFzyKsV5C4qYWzNIXAJKQaDLdCudUWIqHKSGdFolEbgWqSvt+TpMhj2ECzzaT17cn0HsXR0H6CBd5oLzVsaZpE9ZGJOHzM6f03tHKH1d0uodtdtAHHQPlo9fD
KsOeWLC1MqCPwXqqT/QZK4m1DWDQ0r/2ZNxheL1W+b4I6H/ph6II+0uulAO76JWRha91VdDSKwGXzCB/JNxuZ1aj8kd3htL5dSnJ8hx3t5O9waX8lsD99dY/TldECXPb980IBF
831ux8uwF99jY81UoKHb041RgWC7VTfy9FSq3279pfSWAW6Zks8BtVc62mlJFbnx9q+TOI5A==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o
escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



[ETV8HmCc5](#)

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/VnAnC0FILZwxiJdpP5IXS7qtlfBcdWsG>





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Dirección

Jefatura de Programas de Estudios de Posgrado

Cuernavaca, Morelos, 12 de mayo de 2023

Asunto: Voto Aprobación de Tesis.

MTRO. JESÚS EDUARDO LICEA RESENDIZ
TITULAR DE LA DIRECCIÓN DE LA FACULTAD
DE CIENCIAS AGROPECUARIAS.
P R E S E N T E.

Por medio del presente informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis titulado: “**ABUNDANCIA, FLUCTUACIÓN POBLACIONAL Y EVALUACIÓN DE ATRAYENTES ALIMENTICIOS DE *Drosophila suzukii* y *Zaprionus indianus* (Diptera: Drosophilidae) EN HIGO EN AYALA, MORELOS, MÉXICO**” que presenta la: **M. C. LILIANA ARIOS CARO**, mismo que fue desarrollado bajo la dirección del **DR. VÍCTOR LÓPEZ MARTÍNEZ**, y que servirá como requisito parcial para obtener el grado de **DOCTOR EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y DESARROLLO RURAL**, lo encuentro satisfactorio, por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que la alumna continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento y agradeciendo de antemano su valiosa colaboración, quedo de usted.

Atentamente
Por una humanidad culta
Una universidad de excelencia

PORFIRIO JUÁREZ LÓPEZ
Comité Evaluador

C.i.p. Archivo

Av, universidad 1001 Col. Chamilpa, Cuernavaca, Morelos, México 62209 Edificio 10-A
Tel (777)3297046, 3297000 Ext. 7046. fagropecuarias@uaem.mx



Una universidad de excelencia

RECTORIA
2017-2023



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

PORFIRIO JUAREZ LOPEZ | Fecha:2023-05-17 13:29:54 | Firmante

3g8lmqo6S7SYej+jcSNGKC4aNZzftxHZ9a78dusm86NAJ58/3tva+qJWMDbJnhnuQApvFaLSBpwqWj1K1pgDmL3H7aPsYhyAizcp6WcqJwZAd8R53bKwMpRr7A3VKbkca1IVx3wkfSSJDUUggVxM92qJP24tBpPwGfhM0XC3vF0/o/fK7i8LqZ007t5ONo08u3Z9EfmOv02vQL2L0owZ1p4rnev0wSWmP4cVwo9tNqRw+ogJcixlhHzVG4ErD1CLzf2+immJCz+i634ac90nW/PHxUKdfJL2nXyf+KZM3RDm6apaEIsNnENTJP/u1K5CXAYC8UwBV/s2TAdZZJhw==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



[ox96EHAX0](#)

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/4vCRxg7D8zvxcqAaBYlcl4SRzDhEgfaE>





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Dirección

Jefatura de Programas de Estudios de Posgrado

Cuernavaca, Morelos, 12 de mayo de 2023

Asunto: Voto Aprobación de Tesis.

MTRO. JESÚS EDUARDO LICEA RESENDIZ
TITULAR DE LA DIRECCIÓN DE LA FACULTAD
DE CIENCIAS AGROPECUARIAS.
P R E S E N T E.

Por medio del presente informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis titulado: “**ABUNDANCIA, FLUCTUACIÓN POBLACIONAL Y EVALUACIÓN DE ATRAYENTES ALIMENTICIOS DE *Drosophila suzukii* y *Zaprionus indianus* (Diptera: Drosophilidae) EN HIGO EN AYALA, MORELOS, MÉXICO**” que presenta la: **M. C. LILIANA ARIOS CARO**, mismo que fue desarrollado bajo la dirección del **DR. VÍCTOR LÓPEZ MARTÍNEZ**, y que servirá como requisito parcial para obtener el grado de **DOCTOR EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y DESARROLLO RURAL**, lo encuentro satisfactorio, por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que la alumna continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento y agradeciendo de antemano su valiosa colaboración, quedo de usted.

Atentamente
Por una humanidad culta
Una universidad de excelencia

OSCAR GABRIEL VILLEGAS TORRES
Comité Evaluador

C.i.p. Archivo

Av, universidad 1001 Col. Chamilpa, Cuernavaca, Morelos, México 62209 Edificio 10-A
Tel (777)3297046, 3297000 Ext. 7046. fagropecuarias@uaem.mx



Una universidad de excelencia

RECTORIA
2017-2023



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

OSCAR GABRIEL VILLEGAS TORRES | Fecha:2023-05-17 15:16:51 | Firmante

eWu5VzR3m82E2aXxbBCwjJpTI70FkPVDixjPKvG+w3mPW2nAQ8QrjgoTE1OpD8XAkWbv0c+sXu+7hrcVNraXLd5mUx1q8MC1RP6rzjxiXN2fkMq/22Xiu6Eu9OqLeiQAFIe54oG8TWo1H1XFHh/4r0nVx8vE8KdFtaZNmeSe54A/mlLUt7oiFLcj/O7ThHX3ip8C/oCsdbokniyRFT8oXG0iCHgk9AjzWEYOZgDvW3dg82ju6eRFcmWYh+AqASjNgl1tmZcMlgDa7Y/+sk5x/hWF94HxCpeDcaaFBTOIBMskDmc9a+ffG58YZWmes/38Dq0esGsmBV30/TMzsKEKGw==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



[vWSUZwqQA](#)

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/fwAiBZpsJdsflz6UWQAwwLb3VurmGcnU>





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Dirección

Jefatura de Programas de Estudios de Posgrado

Cuernavaca, Morelos, 12 de mayo de 2023

Asunto: Voto Aprobación de Tesis.

MTRO. JESÚS EDUARDO LICEA RESENDIZ
TITULAR DE LA DIRECCIÓN DE LA FACULTAD
DE CIENCIAS AGROPECUARIAS.
P R E S E N T E.

Por medio del presente informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis titulado: “**ABUNDANCIA, FLUCTUACIÓN POBLACIONAL Y EVALUACIÓN DE ATRAYENTES ALIMENTICIOS DE *Drosophila suzukii* y *Zaprionus indianus* (Diptera: Drosophilidae) EN HIGO EN AYALA, MORELOS, MÉXICO**” que presenta la: **M. C. LILIANA ARIOS CARO**, mismo que fue desarrollado bajo la dirección del **DR. VÍCTOR LÓPEZ MARTÍNEZ**, y que servirá como requisito parcial para obtener el grado de **DOCTOR EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y DESARROLLO RURAL**, lo encuentro satisfactorio, por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que la alumna continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento y agradeciendo de antemano su valiosa colaboración, quedo de usted.

Atentamente
Por una humanidad culta
Una universidad de excelencia

ALVARO CASTAÑEDA VILDOZOLA
Comité Evaluador

C.i.p. Archivo

Av, universidad 1001 Col. Chamilpa, Cuernavaca, Morelos, México 62209 Edificio 10-A
Tel (777)3297046, 3297000 Ext. 7046. fagropecuarias@uaem.mx



Una universidad de excelencia

RECTORÍA
2017-2023



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

ALVARO CASTAÑEDA VILDÓZOLA | Fecha:2023-05-23 13:47:21 | Firmante

Q4rTwpMd63fQ4hF9b0vM/D73a9107+KYqMjbyiNLmiiuCn5hvvBt0GSSbpSNnC0J2QfhgGfyYhBnpvR6xB4fmDMO8mlSXv13oEoVSMsfmoowN/BzDZg56fmwrpd89D43ncOV+/3c8wSMPAPR304V9hTLrZ8be+LuDKXjGhLgeJfw50NOXt4HyYrJ/TJfSGN/ZdOKd2/S2Z3BnyvYZDs7sMtWNHYe4Mp0xNsGb404c0iOod/tDpv62IDyGRBL4y1932OGP69PRgBFc6DyATH1qo5x3YsR3Q+t03qSzvFYStz02Q78HoyZjcl8MhfuC7LbYCVAJiCYEq7gZPrz1GOXA==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



[UuihpZ4Ja](#)

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/X6wTKQ3N5Lev3RY54XdNa2L8sg4bJNCq>





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Dirección

Jefatura de Programas de Estudios de Posgrado

Cuernavaca, Morelos, 12 de mayo de 2023

Asunto: Voto Aprobación de Tesis.

MTRO. JESÚS EDUARDO LICEA RESENDIZ
TITULAR DE LA DIRECCIÓN DE LA FACULTAD
DE CIENCIAS AGROPECUARIAS.
P R E S E N T E.

Por medio del presente informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis titulado: “**ABUNDANCIA, FLUCTUACIÓN POBLACIONAL Y EVALUACIÓN DE ATRAYENTES ALIMENTICIOS DE *Drosophila suzukii* y *Zaprionus indianus* (Diptera: Drosophilidae) EN HIGO EN AYALA, MORELOS, MÉXICO**” que presenta la: **M. C. LILIANA ARIOS CARO**, mismo que fue desarrollado bajo la dirección del **DR. VÍCTOR LÓPEZ MARTÍNEZ**, y que servirá como requisito parcial para obtener el grado de **DOCTOR EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y DESARROLLO RURAL**, lo encuentro satisfactorio, por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que la alumna continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento y agradeciendo de antemano su valiosa colaboración, quedo de usted.

Atentamente
Por una humanidad culta
Una universidad de excelencia

LUIS MARTIN HERNÁNDEZ FUENTES
Comité Evaluador

C.i.p. Archivo

Av, universidad 1001 Col. Chamilpa, Cuernavaca, Morelos, México 62209 Edificio 10-A
Tel (777)3297046, 3297000 Ext. 7046. fagropecuarias@uaem.mx



Una universidad de excelencia

RECTORÍA
2017-2023



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

LUIS MARTÍN HERNÁNDEZ FUENTES | Fecha:2023-05-17 13:52:59 | Firmante

VgKXt1gf+u6c11TNqQrSmGM/eW+rl6Hn54skUAXJSz8vKOTuT4SLoeMY92TnpAN1+Vl6+iAV+ihKclLG/UroSsbJLSfwOmy8Lh8pMRZRYwRmzDZ8ua1kiXPirUm4DDQZCyE2hC0+PIBHs0Q0gxW+e4KYcNakshmNXW9Cxcqg8bVDhJcMpvkZS2t6BA+Kvzb2TrRWKmoOhoAUkmR1/xVaACjPfyCV21qNSxtJ+Lf3VCTask0wZv9rWJW9Yutafy7G2bzQ4UmCA9LVgQxwA7sbPamate1R5iZNRJRUFnQGeeAcxYGBmCb99WBaWVV+rhD84T8ced/3Aqm/gGWMmklDXQ==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



[g2yThWleu](#)

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/hEgjdou0k4y5QDTSX6jvmGrF4acvWkLQ>





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Dirección

Jefatura de Programas de Estudios de Posgrado

Cuernavaca, Morelos, 12 de mayo de 2023

Asunto: Voto Aprobación de Tesis.

MTRO. JESÚS EDUARDO LICEA RESENDIZ
TITULAR DE LA DIRECCIÓN DE LA FACULTAD
DE CIENCIAS AGROPECUARIAS.
P R E S E N T E.

Por medio del presente informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis titulado: “**ABUNDANCIA, FLUCTUACIÓN POBLACIONAL Y EVALUACIÓN DE ATRAYENTES ALIMENTICIOS DE *Drosophila suzukii* y *Zaprionus indianus* (Diptera: Drosophilidae) EN HIGO EN AYALA, MORELOS, MÉXICO**” que presenta la: **M. C. LILIANA ARIOS CARO**, mismo que fue desarrollado bajo la dirección del **DR. VÍCTOR LÓPEZ MARTÍNEZ**, y que servirá como requisito parcial para obtener el grado de **DOCTOR EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y DESARROLLO RURAL**, lo encuentro satisfactorio, por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que la alumna continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento y agradeciendo de antemano su valiosa colaboración, quedo de usted.

Atentamente
Por una humanidad culta
Una universidad de excelencia

NIDIA BÉLGICA PÉREZ DE LA O
Comité Evaluador

C.i.p. Archivo

Av, universidad 1001 Col. Chamilpa, Cuernavaca, Morelos, México 62209 Edificio 10-A
Tel (777)3297046, 3297000 Ext. 7046. fagropecuarias@uaem.mx



Una universidad de excelencia

RECTORIA
2017-2023



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

NIDIA BELGICA PEREZ DE LA O | Fecha:2023-05-17 18:06:12 | Firmante

ZHO5aHgFLkpPc6JLXrF0wszwzIktfuCsnzEnU16JPVLIYJsBjbMZKVYg93lcNhp9WaT+qzd8A4dghKWBXJmzV1HfGbcCuKVB5ezySkM2/cneZ51TleUpv1u6prVmAjWCckUpc0OB
G2YGSmsy1k/IZekuBH8Vt6ar8xRxguKSSmETH9X6JThmGKYwyWORcFr/fjdawoJHLppsAQjnt4ld7m9hM31jBLENnmUploXFQCqyZo4bkLs+uUTpPI3HEpZ23aVL7GR/Vli+X4MI
79RsdQjshECGKAVVpOlnwUvWTeJdJr5hOOyser7UmakuNUIBDBePGix8XezGbD0F8bJnj2w==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o
escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



[FT320hvp](#)

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/lf2ztBjJrcaE0GoMwOvAbZErtSi1Nms>

