



Evaluación de atrayentes para la mosca negra del higo (*Silba adipata* McAlpine, 1956) en condiciones de laboratorio

Lizbeth Contreras Cabrera*

Universidad Autónoma Chapingo, km 38.5 Carretera México-Texcoco,
Chapingo, Texcoco Edo. de México. C. P. 56230, México.

Resumen

La mosca negra del higo (*Silba adipata* McAlpine, 1956) es una de las principales plagas que afecta la producción de higo (*Ficus carica* L.) en México, provocando pérdidas de hasta 88 %. El control químico ha mostrado eficacia limitada para controlar la plaga; una alternativa para disminuir su incidencia es mediante la colocación de trampas con atrayentes. En este contexto, el objetivo del presente estudio fue evaluar posibles atrayentes para la mosca negra del higo en condiciones de laboratorio. Se evaluaron tres diseños estructurales, se identificó que los diseños estructurales I y II, compuestos por cubos de acetato interconectados con dimensiones distintas fueron adecuados para la evaluación de atrayentes. Finalmente se evaluaron seis extractos crudos (hexánico, metanólico y acuoso), obtenidos a partir de frutos de higo y manzana, además de un tratamiento testigo (sulfato de amonio y manzana), colocados en trampas con atrayente. El potencial atrayente se evaluó a partir del número de moscas capturadas. El testigo presentó mayor efectividad, con el 28.20 % de moscas capturadas en el diseño estructural II y el 29.59 % en el diseño estructural I, seguido del extracto metanólico de manzana, con el 23.17 % en el diseño estructural II y el 26.10 % en el diseño estructural I. El extracto acuoso de higo obtuvo el 20.46 % en el diseño estructural I y el 23.17 % en el diseño estructural II, siendo el tercer atrayente más efectivo. En contraste, tanto el extracto hexánico de higo como el extracto acuoso de manzana fueron los atrayentes menos efectivos con el 0 % de capturas.

► **Palabras clave:** *Silba adipata*, atrayente, diseños estructurales.

Introducción

En México se ha impulsado la expansión del cultivo de Higo (*Ficus carica* L.), debido a su creciente demanda como producto de exportación. En 2022, SIAP reportó la comercialización de higo fresco en 15 estados del país, con más de 11 500 t de frutos cosechados. Uno de los principales factores que ha limitado su producción es el daño causado por la mosca negra del higo (*Silba adipata* McAlpine), considerada como una de las plagas más importantes del cultivo de higo a nivel mundial.

La mosca negra del higo es una especie de mosca frugívora monófaga originaria del Mediterráneo y Medio Oriente. Fue

descrita por primera vez por McAlpine (1956) en Italia, en Chipre y Grecia (Abbes et al., 2021). El adulto es de color negro brillante de 3.5 a 4.5 mm de largo, ojos rojizos y patas marrones. Los adultos se alimentan principalmente de los exudados dulces de los higos maduros y de la savia lechosa de las higueras que exudan las partes lesionadas de las plantas (Katsoyannos, 1983).

En el año 2019 se reportaron las primeras detecciones de *S. adipata* en huertos comerciales de higo en el municipio de Ayala Morelos, México (SENASICA, 2021). El impacto económico de esta plaga se debe a que las larvas se alimentan de los tejidos del sícono, causando minas. La infestación de higos inmaduros suele provocar la caída prematura de los

frutos (Katsoyannos, 1983), causando pérdidas de hasta el 88 % de la producción (Flores, 2022). Debido a que es una plaga que fue introducida recientemente en México y no se cuenta con información específica sobre su control químico, la colocación de trampas con atrayente resulta una alternativa para disminuir su incidencia. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de diferentes atrayentes sobre la mosca negra del higo (*Silba adipata*) en condiciones de laboratorio.

Materiales y Métodos

Material biológico

Se obtuvieron larvas en tercer estadio a partir de frutos de higo infestados, que fueron colectadas en un huerto de higo ubicado en la Manzanilla, Xochiapulco, Puebla a $19^{\circ} 50' 34.5''$ N y $97^{\circ} 38' 17.7''$ W, con una altitud de 1 842 msnm (Figura 1).

Esta área pertenece a la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Oriental, con clima templado húmedo y abundantes lluvias en verano. La precipitación anual oscila entre 1000 y 1200 mm y la temperatura media anual varía de 14 a 16 °C (INEGI, 2000).

Localización del experimento

La investigación se llevó a cabo en el laboratorio de Fenología Agrícola, del Departamento de Fitotecnia de la Universidad Autónoma Chapingo, Estado de México.

Medio de cultivo para el desarrollo de *Silba adipata*

Las larvas fueron depositadas dentro de un frasco de vidrio, con una base de papel absorbente y algodón humedecido con una solución de sacarosa al 50 % y se encubaron a 23 ± 0.1 °C, hasta la emergencia de las moscas adultas.

Elaboración de diseños estructurales para la evaluación de atrayentes

Se evaluaron tres diseños estructurales como posibles medios atrayentes para *S. adipata* en condiciones de laboratorio. Se analizaron seis extractos crudos (hexánico, metanólico y acuoso) obtenidos a partir de frutos de higo y manzana, y un atrayente de uso comercial que se empleó como testigo.

Se elaboraron tres diseños estructurales:

Diseño Estructural I (DE-I), consistió en una estructura elaborada con láminas de acetato transparente, que permitió la observación directa del comportamiento de los insectos y redujo la pérdida de compuestos volátiles emitidos por los atrayentes. Se construyeron 7 cubos de acetato, cada uno con dimensiones de 22 cm^3 , en cada uno de los cubos se colocaron los diferentes atrayentes. Los cubos de acetato fueron interconectados mediante un prisma rectangular central de $66 \times 22 \times 22 \text{ cm}$ (Figura 2). Esta configuración permitió el libre desplazamiento de las moscas entre los compartimientos facilitando la evaluación simultánea de distintos atrayentes.

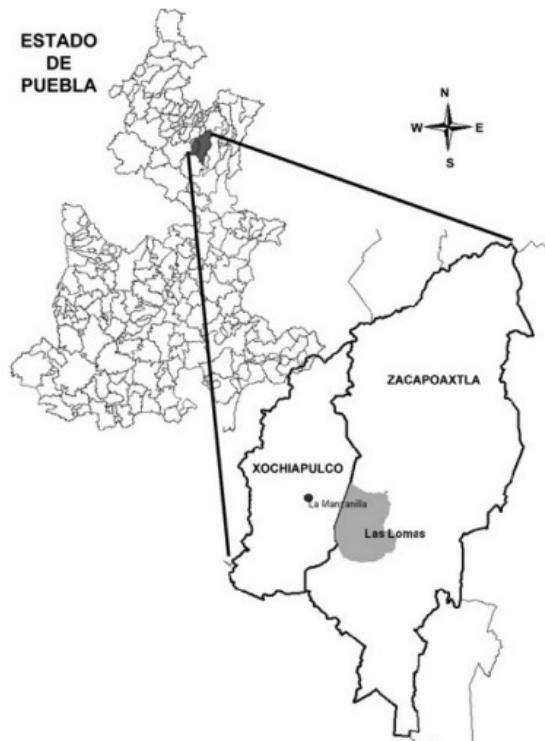


Figura 1. Localización de la comunidad de la Manzanilla, Xochiapulco, Puebla.

Fuente: Pérez et al., 2010.



Figura 2. Diseño estructural I, para evaluar atrayentes para la mosca negra del higo (*Silba adipata* McAlpine) en condiciones de laboratorio.

El Diseño Estructural II (DE-II) fue elaborado con láminas de acetato. Se emplearon cubos con dimensiones de $10 \times 22 \times 22$ cm, interconectados mediante un prisma rectangular con dimensiones de $30 \times 10 \times 10$ cm (Figura 2).

El Diseño Estructural III (DE-III) se elaboró empleando 7 botellas de polietileno tereftalato (PET), con capacidad individual de un litro. En cada una de estas botellas se colocaron los diferentes atrayentes. Las botellas fueron interconectadas mediante mangueras de caucho de $3/4"$ (19.1 mm) de diámetro y 30 cm de longitud, las cuales conducían a una botella central de mayor capacidad 10 L (Figura 3).

Trampa-señuelo

En cada uno de los diseños estructurales se incorporó una trampa-señuelo, compuesto por un vaso transparente de polipropileno Reyma® Núm. 4. Se perforó en la parte media con 5 agujeros, cada uno con un diámetro de 5 mm (Figura 4), para evaluar la efectividad de los atrayentes utilizados.

Colección de material vegetal

Se recolectaron frutos de higo (*Ficus carica* L.) y manzana (*Malus domestica* L.) en un huerto ubicado en la Manzanilla, Xochipulco, Pue. Posteriormente se lavaron y cortaron en cubos de aproximadamente un cm^3 . Las muestras obtenidas se colocaron en bolsas de pellón de 15×22 cm y se sometieron a congelación a -20°C durante 24 h, en un congelador vertical (frigidaire). El material vegetal congelado se colocó en un liofilizador (Labconco Freezone 4.5 Liter Benchtop Freeze Dry System) por 5 días hasta llegar a peso constante. Las muestras liofilizadas se conservaron en bolsas herméticas hasta su uso.

Obtención de extractos crudos

Extracto Acuoso. Se pesaron 100 g de cada material liofilizado, se agregaron 150 ml de agua destilada y se llevó a ebullición durante 90 min. Se recuperó el sobrenadante y se concentró mediante evaporación y se almacenó en frascos ámbar a 4°C hasta su uso.

Extracto hexánico. Se realizó una extracción por maceración utilizando el material liofilizado de higo y manzana. Se pesaron 587 g de material liofilizado de higo y 382 g de material liofilizado de manzana, se colocaron en frascos de 5 L de capacidad, respectivamente se agregaron 3 L del hexano como disolvente y se dejaron reposar durante 48 h a temperatura ambiente. Finalizado el tiempo de maceración, se filtraron y el extracto hexánico se concentró a presión reducida utilizando un Rotavapor (Buchi RE120 and Buchi 461 water bath). Este proceso se repitió cuatro veces. El extracto crudo concentrado, obtenido en cada extracción, se colocó en un frasco ámbar y se almacenó a 4°C . Como resultado se obtuvieron 4 g de extracto hexánico de higo y 3 g de extracto hexánico de manzana.

El material vegetal residual fue secado a temperatura ambiente durante 24 horas, para que los residuos de hexano se volatilizarán y quedarán libres de solvente. El residuo de ambos frutos se sometió a la extracción metanólica.

Extracto metanólico. Los residuos del material vegetal de la extracción hexánica fueron sometidos a una segunda extracción utilizando metanol como disolvente. Se realizó el mismo procedimiento descrito para la obtención de extractos hexánicos de ambas frutas. En total se efectuaron cuatro extracciones sucesivas con metanol para cada muestra (higo y manzana). Como resultado se obtuvieron 220 g de extracto metánlico de higo y 167 g de extracto



Figura 3. Diseño estructural III para evaluar atrayentes de la mosca negra del higo (*Silba adipata* McAlpine, 1956) en condiciones de laboratorio.



Figura 4. Trampa-señuelo

metánolico de manzana. Los extractos fueron conservados en frío a 4 °C y en frascos de vidrio ámbar hasta su utilización como atrayentes.

Testigo. Se preparó una solución mezclando 1 L de agua destilada, 20 g de sulfato de amonio, 100 g de manzana molida y 1 g de jabón Roma®, y se mezclaron homogéneamente. Posteriormente, la solución fue envasada en frascos de vidrio ámbar y almacenada en frío a 4 °C hasta su uso como atrayente.

Análisis estadístico

La capacidad atrayente de los extractos se evaluó a partir del número de moscas capturadas. Las pruebas se realizaron por triplicado y los resultados se analizaron con la prueba de comparación de medias múltiples de Student-Newman-Keuls ($P \leq 0.05$).

Resultados

Se observó que el DE-III no registró captura de moscas para ninguno de los atrayentes evaluados (Cuadro 1). Este

resultado sugiere que no es adecuado el diseño para la evaluación de atrayentes en condiciones de laboratorio. Esto pudo deberse a la forma del diseño y en particular del material que se empleó. Durante las observaciones experimentales se detectó que las mangas de caucho emitieron un olor característico intenso. Es probable que ese olor haya interferido con los compuestos volátiles de los extractos utilizados como atrayentes, afectando su efectividad y dificultando el desplazamiento de las moscas hacia las diferentes trampas.

No se observaron diferencias estadísticamente significativas para los DE I y II, con respecto al número de moscas capturadas (Cuadro 1), lo que indicó que ambos diseños mostraron ser eficaces para la atracción de moscas en condiciones de laboratorio.

Es importante destacar que ambos DE, fueron construidos con acetato transparente, conservando el mismo diseño, pero con diferentes dimensiones, el DE-I tuvo una de mayor dimensión en 54.55 % en comparación con el DE-II. Lo anterior sugiere que la diferencia entre las dimensiones de ambos diseños no tuvo efecto en su desempeño como

Cuadro 1. Comparación de medias múltiples entre los atrayentes en cada diseño estructural, con la prueba de Student-Newman-Keuls (SNK).

DE	ATY	EHH	EHM	EMH	EMM	EAH	EAM	SAM
DE-I	$\sqrt{NFC - 1}$	1.0000 b	1.2440 ab	1.2761 ab	1.9001 ab	1.7454 ab	1.0000 b	1.9894 a
	NMA	0.0	0.5475	0.6284	2.6104	2.0464	0.0	2.9593
	NMA (%)	0.0	5.4750	6.2840	26.104	20.464	0.0	29.593
	K	0.57139	0.69553	0.77118	0.82581	0.86851	0.90356	0.93322
DE-II	$\sqrt{NFC - 1}$	1.0000 c	1.2440 bc	1.1381 c	1.8214 ab	1.8214 ab	1.0000 c	1.9546 a
	NMA	0.0	0.5475	0.2953	2.3175	2.3175	0.0	2.8205
	NMA (%)	0.0	5.4750	2.9530	23.175	23.175	0.0	28.205
	K	0.46878	0.57063	0.63269	0.67751	0.71254	0.74130	0.76563
DE-III	$\sqrt{NFC - 1}$	1.0 b	1.0 b	1.0 b	1.0 b	1.0 b	1.0 b	1.0 b
	NMA	0	0	0	0	0	0	0
	NMA (%)	0	0	0	0	0	0	0
	K	0	0	0	0	0	0	0

Medias con la misma letra en cada diseño estructural, indican diferencias estadísticas no significativas, con $P \leq 0.05$; NMA: número de moscas atrapadas. NMA (%): porcentaje de moscas atrapadas. K son las diferencias mínimas significativas con la prueba de Student-Newman-Keuls. SAM: Sulfato de amonio + manzana (Testigo); EHH: Extracto Hexánico de Higo; EHM: Extracto Hexánico de Manzana; EMH: Extracto Metanólico de Higo; EMM: Extracto Metanólico de Manzana; EAH: Extracto Acuoso de Higo; EAM: Extracto Acuoso de Manzana.

un medio para evaluar los atrayentes bajo condiciones de laboratorio.

Evaluación de atrayentes

Los atrayentes más efectivos fueron el testigo (sulfato de amonio y manzana), el cual obtuvo un 29.59 % de moscas capturadas en el DE-I y 28.20 % en el DE-II, seguido del extracto metanólico de manzana, con 26.10 % en el DE-I y 23.17 % en el DE-II (Cuadro 1). De acuerdo con Ng et al., (2020), el metanol es un solvente que favorece la extracción de glucósidos de flavonoides ya que son compuestos polares. En este sentido, Monagas et al. (2003) indican que tanto los polifenoles como los carotenoides son compuestos presentes de manera importante en manzana (*Malus domestica* L.) incluidos los ácidos, caféico, quínico y p-cumárico; los cuales son de naturaleza polar y pueden ser extraídos con metanol. Lo anterior puede sugerir que son de origen fenólico, así como pueden estar presentes algunos terpenos que contribuyan con la capacidad atrayente del extracto. Por lo tanto, el extracto metanólico de manzana tiene un importante potencial para utilizarse como atrayente en el control de *S. adipata*.

El extracto acuoso de higo obtuvo un 20.46 % de capturas de *S. adipata* en el DE-I y el 23.17 % en el DE-II, siendo este último el mejor atrayente (Cuadro 1). En contraste, el extracto hexánico de higo (EHH) como el extracto acuoso de manzana (EHM) fueron los atrayentes menos efectivos para la captura de *Silba adipata* con el 0 % de capturas. Estos resultados coinciden con Salih et al., (2020), los cuales no obtuvieron una buena extracción de polifenoles a partir de muestras maceradas o cocidas al utilizar agua como extractante, lo que sugiere que dichos extractos carecen de compuestos o principios activos que puedan funcionar como atrayentes.

Conclusiones

Al comparar los tres diseños estructurales elaborados se observó que los diseños estructurales I y II son eficientes para evaluar atrayentes en condiciones de laboratorio.

El extracto metanólico de manzana y el extracto acuoso de higo, pueden ser empleados como atrayentes para el control de la mosca negra del higo (*Silba adipata* McAlpine, 1956).

Referencias

- Abbes, K., Hafsi, A., Harbi, A., Mars, M., & Cherrmiti, B. (2021). The black fig fly *Silba adipata* (Diptera: Lonchaeidae) as an emerging pest in Tunisia: preliminary data on geographic distribution, bioecology and damage. *Phytoparasitica*, 49(1), 49-59. <https://doi.org/10.1007/s12600-020-00871-y>
- Flores Hernández, M. Á. (2022). Biología y atrayentes alimenticios de la mosca negra del higo *Silba adipata* Mcalpine.
- INEGI. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (2022). Síntesis geográfica del estado de Puebla.
- Katsoyannos, B. I. (1983). Field observations on the biology and behavior of the black fig fly *Silba adipata* McAlpine (Diptera, Lonchaeidae), and trapping experiments. *Zeitschrift für angewandte Entomologie*, 95(1-5), 471-476. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.1983.tb02670.x>
- McAlpine, J. F. (1956). Old World Lonchaeids of the Genus *Silba* Macquart (= *Carpolonchaea* Bezzii), with Descriptions of Six New Species (Diptera: Lonchaeidae) 1. *The Canadian Entomologist*, 88(9), 521-544. <https://doi.org/10.4039/Ent88521-9>
- Monagas, M., Gómez-Cordovés, C., Bartolomé, B., Laureano, O., & Ricardo da Silva, J. M. (2003). Monomeric, oligomeric, and polymeric flavan-3-ol composition of wines and grapes from *Vitis vinifera* L. Cv. Graciano, Tempranillo, and Cabernet Sauvignon. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(22), 6475-6481. <https://doi.org/10.1021/jf030325+>

- Ng, Z. X., Samsuri, S. N., & Yong, P. H. (2020). The antioxidant index and chemometric analysis of tannin, flavonoid, and total phenolic extracted from medicinal plant foods with the solvents of different polarities. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44(9), e14680. <https://doi.org/10.1111/jfpp.14680>
- Pérez-Bravo, R., Salazar, G. A., & Mora-Guzmán, E. (2010). Orquídeas de Las Lomas-La Manzanilla, Sierra Madre Oriental, Puebla, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, (87), 125-129.
- Salih, E. Y., Julkunen-Tiitto, R., Luukkanen, O., Sipi, M., Fahmi, M. K., & Fyhrquist, P. J. (2020). Potential anti-tuberculosis activity of the extracts and their active components of Anogeissus leiocarpa (Dc.) guill. and perr. with special emphasis on polyphenols. *Antibiotics*, 9(7), 364. <https://doi.org/10.3390/antibiotics9070364>
- SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2022). Anuario estadístico de la producción.
- SENASICA. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad, y Calidad Agroalimentaria (2021). Estrategia operativa para el manejo fitosanitario de la mosca del higo negro (*Silba adipata*).