

Los trips

(Insecta: *Thysanoptera*) en cultivos comerciales de crisantemo
(*Dendranthema*): monitoreo y relación con la fenología

Carlos Eduardo Giraldo Sánchez
Grupo de Investigación de Sanidad Vegetal
Universidad Católica de Oriente



Los trips

(Insecta: Thysanoptera) en cultivos comerciales de crisantemo
(*Dendranthema*): monitoreo y relación con la fenología

Editor académico
Carlos Eduardo Giraldo Sánchez

Grupo de Investigación de Sanidad Vegetal
Universidad Católica de Oriente
2022



Catalogación en la publicación – Universidad Católica de Oriente

Los Trips (Insecta: thysanoptera) en cultivos comerciales de crisantemo (*Dendranthema*) : monitoreo y relación con la fenología/ Carlos Eduardo Giraldo Sánchez... [y otros 9]. -- Rionegro (Antioquía) : Ceniflores, Fondo Editorial Universidad Católica de Oriente, 2022

98 páginas : ilustraciones y cuadros ; 21 cm.

Referencias bibliográficas al final de cada capítulo

ISBN (Impreso) 978-628-7521-35-3

ISBN (Digital) 978-628-7521-36-0

1.Crisantemo –Enfermedades y Plagas 2.Trips -- Control – Colombia 3.Plantas herbáceas ornamentales – Colombia i.Giraldo Sánchez, Carlos Eduardo, (editor (autor) ii.Páez, Anderson, (autor) iii.Palacio, Madga Milena, (autora) iv.Delgado, Carolina, (autora) v.Ospina, Leopoldo, (autor) vi.Calvo Cardona, Samir J., (autor) vii.Plaza, Daniel, (autor) viii.Ruiz, Echeverry, Juliana, (autora) ix.López Silva, Beatriz Eugenia, (autora) x.Universidad Católica de Oriente. Facultad de Ciencias Agropecuarias xi.Centro de Innovación de la Floricultura Colombiana, (Ceniflores)

635.933983 --23

Archivo descargable en formato MARC en: <https://tinyurl.com/uco0035>



© Universidad Católica de Oriente
© Ceniflores

ISBN (Impreso) 978-628-7521-35-3
ISBN (Digital) 978-628-7521-36-0

Primera edición: Julio de 2022

Editor académico

Carlos Eduardo Giraldo Sánchez

Revisión de textos

Priscila Borja

Autores

Carlos Eduardo Giraldo Sánchez
Anderson Páez
Magda Milena Palacio
Carolina Delgado
Leopoldo Ospina
Samir J. Calvo Cardona
Daniel Plaza
Juliana Ruiz Echeverry
Beatriz Eugenia López Silva

Diseño y diagramación

Fondo Editorial Universidad Católica de Oriente

Editado por

Fondo Editorial Universidad Católica de Oriente
Sector 3, Carrera 46 n.º 40B-50
054040 Rionegro (Antioquia)
fondo.editorial@uco.edu.co



Se permite la reproducción del libro o de sus contenidos, siempre y cuando se dé el debido crédito a los autores, a la Universidad Católica de Oriente y Ceniflores.

Contenido

PRÓLOGO	7
CAPÍTULO 1	
Introducción general	9
Carlos Eduardo Giraldo Sánchez, Anderson Páez, Magda Milena Palacio.	
CAPÍTULO 2	
Evaluación del esfuerzo mínimo de monitoreo indirecto de trips (Insecta: Thysanoptera) en un cultivo comercial de crisantemo (<i>Dendranthema</i> : Asteraceae) del Oriente antioqueño, Colombia.....	17
Carolina Delgado G, Leopoldo Ospina, Magda Milena Palacio, Samir J. Calvo Cardona, Carlos Eduardo Giraldo.	
CAPÍTULO 3	
El color y las especies en muestreos con trampas. Atracción discriminante de trampas de color a especies de trips (Insecta: Thysanoptera) asociadas a cultivos de crisantemo (<i>Dendranthema</i> : Asteraceae) del Oriente antioqueño	33
Daniel Plaza, Carlos Eduardo Giraldo	

CAPÍTULO 4

Distribución espacial de trips (Insecta: Thysanoptera) en un cultivo comercial de crisantemo en el Oriente antioqueño 53

Carlos Eduardo Giraldo, Samir Julián Calvo, Juliana Ruiz Echeverry

CAPÍTULO 5

Asociación del estado fenológico de las plantas de crisantemo *Dendranthema* (DC.) Des Moul (Asteraceae) y la dinámica poblacional de trips (Insecta:Thysanoptera) en cultivos comerciales del Oriente antioqueño..... 71

Beatriz Eugenia López Silva, Leopoldo Ospina,
Samir Julian Calvo, Carlos Eduardo Giraldo Sánchez

Prólogo

Si algo ha caracterizado la floricultura colombiana ha sido, sin lugar a dudas, su capacidad de adaptación. Durante más de cinco décadas administradores y técnicos hemos enfrentado un sin número de retos, hemos desarrollado procesos de mejora continua que nos posicionan como uno de los líderes de la producción y comercialización de flores en el ámbito mundial.

La búsqueda de nuevos mercados y de nuevos destinos para nuestras flores a traído consigo nuevos retos, nuevos desafíos, donde las barreras fitosanitarias en los países de destino, las crecientes restricciones de uso de moléculas químicas, la implementación de sellos verdes y la cada vez más escasa mano de obra, son unas pruebas cada día más difíciles de superar.

Los trips siendo la principal plaga de carácter cuarentenario en el cultivo de crisantemo son el mejor ejemplo de estos retos y exigen toda nuestra capacidad de adaptación.

Hoy gracias al compromiso de la Universidad Católica de Oriente UCO con la floricultura al trabajo disciplinado del Instituto Colombiano Agropecuario ICA y al apoyo del Centro de Innovación de la Floricultura CENIFLORES presentamos los últimos trabajos de investigación realizados en trips bajo el liderazgo del profesor Carlos Eduardo Giraldo y el Grupo de investigación de Sanidad Vegetal de la Universidad Católica de Oriente, donde nos ofrecen

nuevas herramientas de análisis, de comportamiento, de distribución espacial y su relación con la fenología del cultivo de crisantemo.

La sinergia entre la universidad, la empresa y el estado, como en este caso, son la clave para enfrentar los retos que se avecinan. Esperamos que este libro sea un valioso aporte y una valiosa herramienta en el manejo integrado de plagas y en especial en el manejo integrado de trips.

Marco Antonio Abril Ramirez

Ing. Agronomo

Director Técnico

Grupo Vegaflo



Introducción General

Carlos Eduardo Giraldo

Ingeniero Agrónomo. M. Sc. Biología. Ph. D. Biología. Grupo de Investigación de Sanidad Vegetal. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Profesor asociado Universidad Católica de Oriente. Sector 3, Cra. 46 N°. 40B-50, Rionegro, Antioquia-Colombia (1 Autor de correspondencia).
csanchez@uco.edu.co, cegiral0@gmail.com.
ORCID: 0000-0001-6651-3819.

Anderson Páez Pacheco

Director Ejecutivo Ceniflores
Ingeniero Agrónomo. M. Sc. Ciencias agrarias.
ORCID: 0000-0001-5008-5071.

Magda Milena Palacio

Ingeniera Agrónoma. M. Sc. Entomología. Proyecto Ornamentales Antioquia. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Cra. 45 N°. 31-03, Bello, Antioquia-Colombia.
magdapalaciosvilla@gmail.com.
ORCID: 0000-0001-7646-0108.

Introducción general

La floricultura colombiana es reconocida mundialmente por su calidad y variedad de flores. Ha posicionado al país como uno de los mayores exportadores mundiales de flores de corte (Morán, 2018; Spaargaren y Van Geest, 2018). En el año 2017 se alcanzó una producción de 259.523 toneladas, generando más de 140.000 empleos directos (PROCOLOMBIA, 2019), con una participación femenina superior al 60% (Gómez, 2014). El área cultivada a nivel nacional es de aproximadamente 7.700 hectáreas en las que se encuentran flores como rosas, claveles, hortensias y crisantemos (ICA, 2018). Este tipo de plantas se adaptan fácilmente a áreas como la Sabana de Bogotá y el Oriente antioqueño, haciéndolas regiones adecuadas para la producción de ornamentales, siendo la Sabana productora de rosas, claveles y alstroemerias y el Oriente cultivador de crisantemos y hortensias (Solano, 2018). Colombia es actualmente uno de los principales productores de crisantemos en el mundo y su producción está destinada a la exportación a países como Estados Unidos, Japón e Inglaterra (Morán, 2018). No obstante, la interceptación por plagas cuarentenarias es un problema que enfrentan día a día productores y comercializadores, esto representa una limitante para la exportación ante las entidades fitosanitarias mundiales (ICA, 2010). Algunas especies del género *Frankliniella* y *Thrips* son consideradas una plaga de carácter cuarentenario en países destino, lo cual limita la producción y exportación de flores de corte a

nivel mundial (Cloyd, 2009) y, por consiguiente, el ingreso de productos en los puertos de entrada de países importadores (Nicholas y Follett, 2018).

Los trips son insectos pequeños de aproximadamente de 2,0 mm de largo; su metamorfosis se considera intermedia, entre completa e incompleta (Triplehorn y Johnson, 2005), ya que presentan un estado de pupa en algunos grupos taxonómicos particulares (Chisholm y Lewis, 1984; Hunter y Ullman, 1989). El ciclo biológico de estos insectos se considera corto en condiciones ambientales ideales para su desarrollo, esto hace que especies de trips tengan varias generaciones por año, además de características biológicas mencionadas que los posicionan como una potencial plaga de muchos sistemas de cultivos (Cárdenas y Corredor, 1989b). Se han descrito alrededor de 6.000 especies de trips en el mundo (Mound y Morris, 2007), de las cuales menos del 1% son consideradas plagas de importancia económica (Lewis, 1997). Muchas especies de dichos insectos son altamente polífagas y oportunistas, dado que utilizan una amplia variedad de plantas como hospederos para cumplir su ciclo biológico (Brødsgaard, 1989a; Gerin et al., 1994; Helyer et al., 1995; Tommasini y Maini, 1995; Parrella y Murphy, 1996; Lewis, 1997). Particularmente en el crisantemo se alimentan de los tejidos jóvenes y brotes florales, raspando y succionando el contenido celular de las plantas, haciendo un daño estético que ocasiona rechazo del producto para su comercialización (Robb y Parrella, 1991; Lesur, 2006). Asimismo, pueden ocasionar daños indirectos al ser vector de virus que afectan a las plantas (Ullman et al., 2010; Broughton et al., 2015), por lo cual son considerados la principal plaga de carácter cuarentenario en los cultivos de crisantemo (Vierbergen, 1995).

El manejo de las poblaciones en campo es altamente dependiente de moléculas de síntesis química, lo cual es un aspecto crítico debido al gran número de casos de resistencia reportados para varios grupos de insecticidas en muchas poblaciones de las especies de mayor importancia económica en el mundo como *Franklinella occidentalis* Pergande y *Thrips tabaci* Lindeman (Foster et al., 2010; Lebedev et al., 2013; MacIntyre et al., 2005; Nazemi et al., 2015; Michigan State University, 2018). A pesar de la importancia de los trips en cultivos de crisantemo es poco lo que se conoce acerca de su comportamiento, las dinámicas de sus poblaciones en campo y la eficacia de los métodos implementados para su control (Cárdenas y Corredor, 1989b). Aunque a la fecha no se reportan poblaciones resistentes en Colombia, es necesario realizar programas de mo-

nitoreo ajustados, que permitan disminuir la presión de síntesis química sobre las poblaciones y evaluar los programas de manejo integrado de la plaga (MIP), evitando así la aparición de resistencia en los cultivos de crisantemo y haciendo del sistema productivo un ejercicio económico más amigable con el ambiente.

La Universidad Católica de Oriente, a través del Grupo de Investigación de Sanidad Vegetal, quiso hacer su aporte al fortalecimiento del sector al involucrarse desde el año 2018, mediante la ejecución de un proyecto de convocatoria interna denominado «Estandarización del método indirecto de monitoreo de trips (Insecta: Thysanoptera), en cultivos comerciales de crisantemo *Dendranthema* (DC.) Des Moul (Asteraceae) en el Oriente antioqueño» y los trabajos de grado asociados al mismo. Dicho proyecto tuvo como objetivos: 1) establecer la relación #*placas/cama*, que permita estimar la dinámica poblacional de los trips en los cultivos; 2) identificar patrones de captura específicos de trips para trampas de diferente color; 3) evaluar la distribución espacial de los trips durante un ciclo completo de cultivo; y 4) modelar las dinámicas poblacionales de trips asociados con la edad de las plantas, en cultivos comerciales de crisantemo.

El trabajo conjunto con el Centro de Innovación de la Floricultura Colombiana (CENIFLORES) permitió la recopilación de resultados que hoy se presentan al sector a través de esta obra, la cual pretende ser una herramienta que permita mejorar los aspectos clave del monitoreo de estos insectos en los cultivos de crisantemo de la región del Oriente antioqueño.

Referencias

- Brødsgaard, H. (1989a). *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae)-a new pest in Danish glasshouses. *Tidsskr. planteavl* 93. 83–91.
- Broughton, S., Cousins, D., & Rahman, T. (2015). Evaluation of semiochemicals for their potential application in mass trapping of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) in roses. *Crop Protection*, 67, 130-135.
- Cárdenas, E., & Corredor, D. (1989b). Biología del Trips *Frankliniella Occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: thripidae) sobre Crisantemo *Chrysanthemum morifolium* L. bajo condiciones de laboratorio. *Agronomía Colombiana*, 6(1-2), 71-77.

- Chisholm, I., & Lewis, T. (1984). A new look at thrips (Thysanoptera) mouthparts, their action and effects of feeding on plant tissue. *Bulletin of entomological research*, 74(4), 663-675.
- Cloyd, R. (2009). Western flower thrips (*Frankliniella occidentalis*) management on ornamental crops grown in greenhouses: have we reached an impasse. *Pest Technology*, 3(1), 1-9.
- Foster, S., Gorman, K., & Denholm, I. (2010). English field samples of Thrips tabaci show strong and ubiquitous resistance to deltamethrin. *Pest management science*, 66(8), 861-864.
- Gerin, C., Hance, T., & Impe, G. (1994). Demographical parameters of *Frankliniella occidentalis* (Pergande)(Thysanoptera, Thripidae). *Journal of Applied Entomology*, 118(1-5), 370-377.
- Gómez, P. (2014). La República. Recuperado de: <http://www.larepublica.co/floricultores-buscan-revivir-proyecto-de-ley-que-les-permitiría-tenner-su-propio-fondo-parafiscal>
- Helyer, N., Brobyn, P., Richardson, P., & Edmondson, R. (1995). Control of western flower thrips (*Frankliniella occidentalis* Pergande) pupae in compost. *Annals of applied Biology*, 127(3), 405-412.
- Hunter, W., & Ullman, D. (1989). Analysis of mouthpart movements during feeding of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) and *F. schultzei* Trybom (Thysanoptera: Thripidae). *International journal of insect morphology and embryology*, 18(2-3), 161-171.
- ICA. (2010). Boletín epidemiológico. Recuperado de: https://www.ica.gov.co/areas/agricola/servicios/epidemiologia/agricola/boletines/nacionales/2010/bn_trips_roya_blanca_2010.aspx
- Lebedev, G., Abo-Moch, F., Gafni, G., Ben-Yakir, D., & Ghanim, M. (2013). High-level of resistance to spinosad, emamectin benzoate and carbosulfan in populations of *Thrips tabaci* collected in Israel. *Pest management science*, 69(2), 274-277.
- Lesur, L. (2006). Manual de plagas y enfermedades agrícolas: una guía paso a paso (Nº. 632.9 M3).
- Lewis, T. (1997). Pest thrips in perspective. *Thrips as crop pests*. 1-13.
- MacIntyre Allen, J. K., Scott-Dupree, C. D., Tolman, J. H., & Ron Harris, C. (2005). Resistance of *Thrips tabaci* to pyrethroid and organophosphorus insecticides in Ontario, Canada. *Pest Management Science: formerly Pesticide Science*, 61(8), 809-815.

- Michigan State University. (2018). Arthropod Pesticide Resistance Database (APRD). Recuperado de: <https://www.pesticideresistance.org/index.php>
- Morán, T. (2018). FDI and supply chains in horticulture (vegetables, fruits, and flowers, raw, packaged, cut, and processed): Diversifying exports and reducing poverty in Africa, Latin America, and other developing economies. Center for Global Development Working Paper, (475).
- Mound, L., & Morris, D. (2007). The insect order Thysanoptera: classification versus systematics. *Zootaxa*, 1668(1), 395-441.
- Nazemi, A., Khajehali, J., & Van Leeuwen, T. (2016). Incidence and characterization of resistance to pyrethroid and organophosphorus insecticides in Thrips tabaci (Thysanoptera: Thripidae) in onion fields in Isfahan, Iran. *Pesticide biochemistry and physiology*, 129, 28-35.
- Nicholas, A., & Follett, P. (2018). Postharvest irradiation treatment for quarantine control of western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae). *Journal of economic entomology*, 111(3), 1185-1189.
- Parrella, M., & Murphy, B. (1996). Western flower thrips: identification, biology and research on the development of control strategies. Bulletin OILB SROP (France).
- PROCOLOMBIA. (2019). ¿Cómo funciona el sector floricultor en Colombia? Recuperado de: <http://www.colombiatrader.com.co/noticias/como-funciona-el-sector-floricultor-en-colombia>.
- Robb, K., & Parrella, M. (1991). Western flower thrips, a serious pest of floricultural crops. Parker, Bruce. L.; Skinner, Margaret; Lewis, Trevor, eds. Towards Understanding Thysanoptera. Gen. Tech. Rep. NE-147. Radnor, PA: US Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station: 343-357., 147.
- Solano, A. (2018). Floricultores le apuestan a depender menos de San Valentín. Recuperado de: <https://www.dinero.com/edicion-impresa/negocios/articulo/la-estrategia-de-los-floricultores-de-colombia-para-2018/254798>
- Spaargaren, J., & Van Geest, G. (2018). Chrysanthemum. In *Ornamental Crops* (319-348). Springer, Cham
- Tommasini, M., & Maini, S. (1995). *Frankliniella occidentalis* and other thrips harmful to vegetable and ornamental crops in Europe. *Wageningen Agricultural University Papers*, (95-1).

- Triplehorn, C., & Johnson, N. (2005). Borror and DeLong's. Introduction to the Study of Insects, 7.
- Ullman, D., Meideros, L., Anna. E., Jhon. L., & Thomas, L. (2010). Thrips as vectors of tospoviruses. En: Kader, J. C., & Delseny, M. (2011). *Advances in botanical research* 36. 113-40. Academic Press.
- Vierbergen, G. (1995). International movement, detection and quarantine of Thysanoptera pests. In *Thrips biology and management* (pp. 119-132). Springer, Boston, MA.



Evaluación del esfuerzo mínimo de monitoreo indirecto de trips

(INSECTA: THYSANOPTERA)

**En un cultivo comercial de
Crisantemo**

(*DENDRANTHEMA*: ASTERACEAE)

del Oriente antioqueño, Colombia

Carolina Delgado G.

Agrónoma. Universidad Católica de Oriente. Sector 3, Cra. 46 N°. 40B-50, Rionegro, Antioquia-Colombia.
caroodegar@gmail.com.

Leopoldo Ospina

Agrónomo. Universidad Católica de Oriente. Sector 3, Cra. 46 N°. 40B-50, Rionegro, Antioquia-Colombia.
leospinarbelaez@gmail.com.
ORCID: 0000-0001-9980-3740.

Magda Milena Palacio

Agrónoma. M. Sc. Entomología. Proyecto Ornamentales Antioquia. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Carretera 45 N°. 31-03, Bello, Antioquia- Colombia.
magdapalaciovilla@gmail.com.
ORCID: 0000-0001-7646-0108.

Samir J. Calvo Cardona

Zootecnista. Ph.D. Biología. Grupo de Investigación de Agronomía y Zootecnia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Profesor asociado Universidad Católica de Oriente. Sector 3, Cra. 46 N°. 40B-50, Rionegro, Antioquia-Colombia.
sjcalvo@uco.edu.co.
ORCID: 0000-0003-3400-5208.

Carlos Eduardo Giraldo

Ingeniero Agrónomo. M. Sc. Biología. Ph. D. Biología. Grupo de Investigación de Sanidad Vegetal. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Profesor asociado Universidad Católica de Oriente. Sector 3, Cra. 46 N°. 40B-50, Rionegro, Antioquia-Colombia (1 Autor de correspondencia).
csanchez@uco.edu.co, cegiral0@gmail.com.
ORCID: 0000-0001-6651-3819.

Evaluación del esfuerzo mínimo de monitoreo indirecto de trips

(Insecta: Thysanoptera)

En un cultivo comercial de crisantemo

(Dendranthema: Asteraceae)

del Oriente Antioqueño, Colombia

Para monitorear los trips en campo usualmente se utilizan métodos directos e indirectos (Pizzol et al., 2010). El primero consiste en la revisión y conteo de los brotes y botones florales (Broughton y Harrison, 2012); por otra parte, el monitoreo indirecto consta de trampas pegajosas en las que se realizan conteos y se estiman las poblaciones (Brødsgaard, 1989b). Las trampas varían de color dependiendo del cultivo y las especies de trips a capturar (Hoddle et al., 2002; Jiménez et al., 2004). Por esta razón, las trampas de captura con pegante se han usado para monitorear poblaciones de trips en campo, no solo en flores sino en muchos otros cultivos (Yudin et al., 1987; Brødsgaard; Vernon y Gillespie, 1990; Cho et al., 1995; Chu et al., 2000; Cloyd, 2009; Pizzol; Böckman et al., 2015; Mouden et al., 2017). En Colombia algunos trabajos han sugerido que los colores más atractivos para trips en los cultivos de crisantemo son el blanco, el violeta y el azul (Cárdenas y Corredor, 1989a; Ospina et al. en prep.); no obstante, los más empleados en cultivos comerciales son el azul y el amarillo. En el país, los métodos de monitoreo y control varían según la empresa productora. Usualmente, las trampas para el monitoreo indirecto se encuentran

en diferentes arreglos espaciales, con esfuerzos de muestreo que van desde una trampa por 17 camas (0,0588 trampas/cama) hasta una trampa cada 12 camas (0,083 trampas/cama). Estos muestreos son complementados con el monitoreo directo entre 3 y 5 sitios por cama, discriminando adultos e inmaduros. Se ha insinuado que no es posible relacionar las poblaciones detectadas por ambos métodos de monitoreo en cultivos bajo invernadero (Cloyd, 2009); sin embargo, Mejía et al. (2018) sugirieron que existe una relación directa entre el promedio de captura de nueve trampas azules por cama y el conteo de individuos realizado de manera directa sobre las plantas. Empero, aunque dicho trabajo logró relacionar ambos métodos de monitoreo, es un esfuerzo de vigilancia indirecta muy alto y poco viable para los productores. Por esta razón, se hace necesario establecer un esfuerzo mínimo de seguimiento que refleje la dinámica poblacional de los trips en los cultivos, pero que sea económicamente viable para los productores.

Este trabajo tuvo como objetivos identificar el esfuerzo mínimo de monitoreo indirecto de trips y evaluar las diferencias de la captura en el tiempo según la edad de las plantas de cultivo de crisantemo durante un ciclo productivo. Asimismo, se evaluó la efectividad de captura de las trampas en el tiempo para el periodo de mayor abundancia de la plaga.

Materiales y métodos

Localización

El estudio se desarrolló en un cultivo comercial de crisantemo, ubicado en el Oriente antioqueño, en la vereda Belén del municipio de Marinilla (6°10.4148' N; 75°20.1726' O, 2.120 m s. n. m.). Los ensayos se realizaron durante un ciclo productivo de diez semanas, bajo condiciones comerciales de producción en un cobertizo de 2,6 hectáreas que incluyó la manipulación del fotoperiodo: 8 horas de luz en las noches con una frecuencia de 30 minutos de luz, 30 minutos de oscuridad y las aplicaciones de pesticidas y fertilizantes. El trabajo se desarrolló entre los meses de junio y septiembre del año 2018.

Disposición y distribución de las trampas en campo

Para el ensayo se eligieron 39 camas de 1,50 m por 36 m (54 m²), con las variedades Piolin, Zembla sunny, Esponja, Paintball sunny, Factor, Viking dark,

Blosson dark, Meraki y Pink rock identificadas como las más susceptibles a trips, según los productores. Se realizaron monitoreos indirectos semanales utilizando 31 trampas de 10x10 centímetros (Carrizo, 2008), de color azul (450 nm; 10% reflectancia, Ospina et al. en prep.). Las trampas se dispusieron en campo desde el inicio del ciclo productivo (semana 0) hasta la finalización del mismo (semana 10) a una altura de 7 cm sobre el punto apical de las plantas; se contabilizaron las capturas de trips en las trampas cada semana y, posteriormente, se limpiaron e impregnaron nuevamente de pegante comercial.

Esfuerzos de muestreo

Se evaluaron siete *esfuerzos* de muestreo, desde el comercial (una trampa cada 12 camas) hasta un máximo de cinco trampas por cama. Los diferentes *esfuerzos* evaluados se especifican en la Tabla 1. La distribución espacial de las trampas en cada cama estuvo limitada por la longitud de la misma; así pues, la distancia entre las trampas fue calculada de la siguiente manera:

Distancia entre trampas = longitud cama / (# trampas/cama).

Los datos obtenidos fueron registrados y organizados en hojas de cálculo para su posterior análisis.

Tabla 1. Esfuerzos de muestreo evaluados.

Código de muestreo	Esfuerzo de muestreo (# trampas/camas)	Número de camas	Número de trampas	Semanas
(A)	0,083	12	1	10
(B)	0,11	9	1	10
(C)	0,16	6	1	10
(D)	0,3	3	1	10
(E)	1	3	3	10
(F)	3	3	9	10
(G)	5	3	15	10
Total			31	

Nota: cada letra corresponde al código asignado para su evaluación en campo.

Efectividad de captura en el tiempo

Durante las semanas 4 y 5 después del trasplante, acorde al pico poblacional descrito en Mejía et al. (2018), se realizó el conteo diario de trips en 10 trampas seleccionadas, distribuidas aleatoriamente en el bloque durante una semana. Con los datos obtenidos se construyeron curvas de acumulación de la captura por trampa y se realizó un análisis de regresión lineal simple con las variables tiempo en días (independiente) y número de capturas por trampa (dependiente).

Análisis de resultados

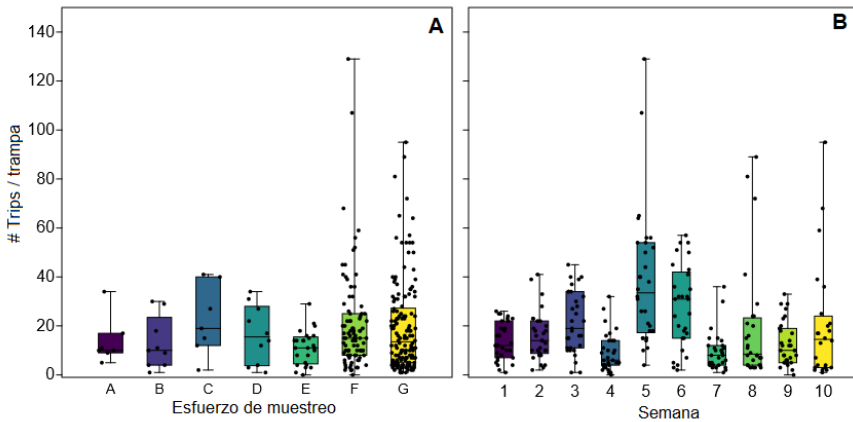
Se realizaron comparaciones entre los diferentes esfuerzos de monitoreo durante todo el ciclo (capturas totales) y su variación en las diferentes semanas del cultivo (monitoreo), asimismo en los periodos de mayor abundancia. La atracción para cada esfuerzo y para cada variedad se evaluó como el número promedio de trips por trampa; adicionalmente, se realizaron análisis de varianza con el fin de evaluar las diferencias entre los tratamientos y los cambios de las capturas en el tiempo. Para estimar el comportamiento de la población en el tiempo se evaluaron modelos de regresión lineales y no lineales; los modelos se seleccionaron mediante el Criterio de Información de Akaike (AIC), calculado por $AICc = 2k - 2\ln(L)$, donde k es el número de parámetros, n el número de puntos de datos y L la probabilidad del modelo dados los datos; los valores del AIC cercanos a cero indican el mejor ajuste del modelo evaluado (Akaike, 1974). Inicialmente se modeló la captura en el tiempo para el total de trampas «censo» y, posteriormente, se estimó la población para cada uno de los esfuerzos de muestreo establecidos, los cuales fueron comparados con la población censo mediante el procedimiento descrito anteriormente. Los análisis fueron implementados en el programa PAST, versión 4.09 (Hammer et al., 2001).

Resultados

En total se capturaron 5.524 trips, en las 31 trampas dispuestas en campo durante las 10 semanas. En los esfuerzos de monitoreo evaluados, el C (una trampa cada seis camas) tuvo una mayor captura media ($22,29 \pm 14,53$) respecto a los demás esfuerzos de monitoreo, pero sin diferencias significativas

según el análisis de varianza ($H - \chi^2 = 6,378$; $p = 0,3814$) (Figura 1A). En las semanas próximas a la aparición del botón floral, se presentó un mayor número de individuos capturados respecto a las otras intensidades de muestreo evaluadas ($H - \chi^2 = 66,38$; $p = 0,075E - 09$) con la mayor captura en la semana 5 (Figura 1B). En esta semana se obtuvo el mayor número de capturas de todo el ciclo, con un rango de 4 a 129 trips y una media de $38,67 (\pm 27,92)$ trips por trampa. Los resultados sugieren que la captura de dicha semana difiere de todas las demás, excepto de la semana 6 (Tabla 2).

Figura 1. Diagrama de cajas y bigotes para las capturas de trips por trampa.



Nota: los bigotes inferior y superior representan las trampas con la menor y mayor captura, respectivamente (rango); la línea horizontal, la *mediana*. Por otro lado: A, es la comparación de la captura entre *esfuerzos* de muestreo; cada punto, registra el valor de captura de una trampa en un momento particular en el tiempo (muestra). B, es la comparación de la captura entre semanas de un ciclo completo de crisantemo.

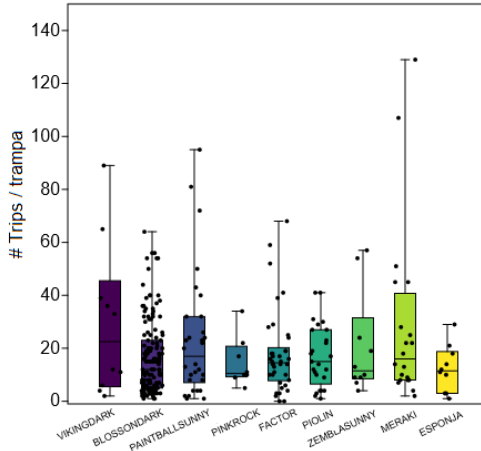
Tabla 2. Comparación pareada de medias (Test de Dunn, con corrección secuencial de Bonferroni) entre la captura de trips por semanas de un ciclo completo de cultivo de crisantemo.

Semana	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0,6447	0,0555	0,0369	0,0001	0,0056	0,0700	0,7651	0,5345	0,9546
2		0,1505	0,0114	0,0004	0,0218	0,0244	0,4557	0,2814	0,6257
3			0,0001	0,0357	0,3754	0,0002	0,0304	0,0112	0,0649
4				1,28E-9	1,43E-6	0,8106	0,0829	0,1427	0,0584
5					0,2354	9,97E-9	2,73E-5	3,92E-6	0,0001
6						6,59E-6	0,0028	0,0007	0,0081
7							0,1408	0,2296	0,1010
8								0,7594	0,8224
9									0,6008

Nota: los valores en rojo denotan los valores p con significancia estadística.

De los 5.524 trips capturados se encontraron 2.420 capturas, en 12 placas dispuestas de la variedad Blosson Dark, sin embargo, el mayor evento de captura se presentó sobre la variedad Meraky con 129 trips (Figura 2). No obstante, no se presentaron diferencias significativas entre las medianas de las variedades evaluadas ($H - \chi^2 = 4,775$; $p = 0,7808$).

Figura 2. Diagrama de cajas y bigotes para las capturas de trips por trampa en cada variedad.



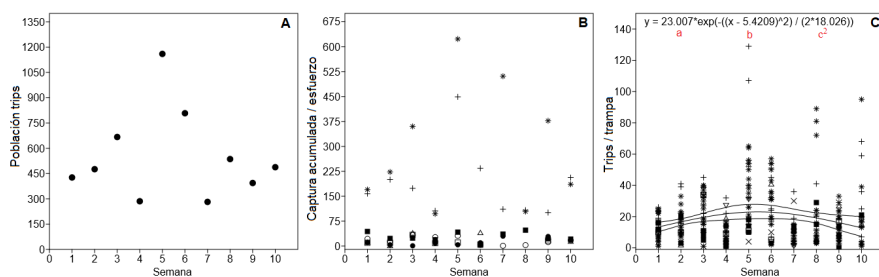
Nota: los bigotes inferior y superior representan las trampas con la menor y mayor captura, respectivamente (rango); la línea horizontal, la *mediana*.

Se observó un comportamiento similar en la dinámica poblacional de los trips en varios esfuerzos de muestreo, durante el ciclo productivo (Figura 3). No obstante, los esfuerzos con mayor número de trampas por cama mostraron el mejor desempeño (Tabla 3).

Tabla 3. Modelos poblacionales estimados para cada esfuerzo de muestreo evaluado

Esfuerzo	Parámetros			Modelo	AIC
	a	b	c		
A	-0,125	14,25	N/A	Lineal	561,75
B	35,78	8,123	1,5364	Gaussiano	237,15
C	39,401	6,2008	2,9546	Gaussiano	635,78
D	0,3949	-6,421	27,08	Polinomial (3)	483,69
E	0,25006	-2,4671	15,415	Cuadrático	1089,7
F	25,459	4,7598	4,2082	Gaussiano	36663
G	25,91	5,5915	3,5113	Gaussiano	47362
Población	23,007	5,4209	4,2457	Gaussiano	93083

Figura 3. Captura de trips por semana de cultivo en un ciclo completo de crisantemo

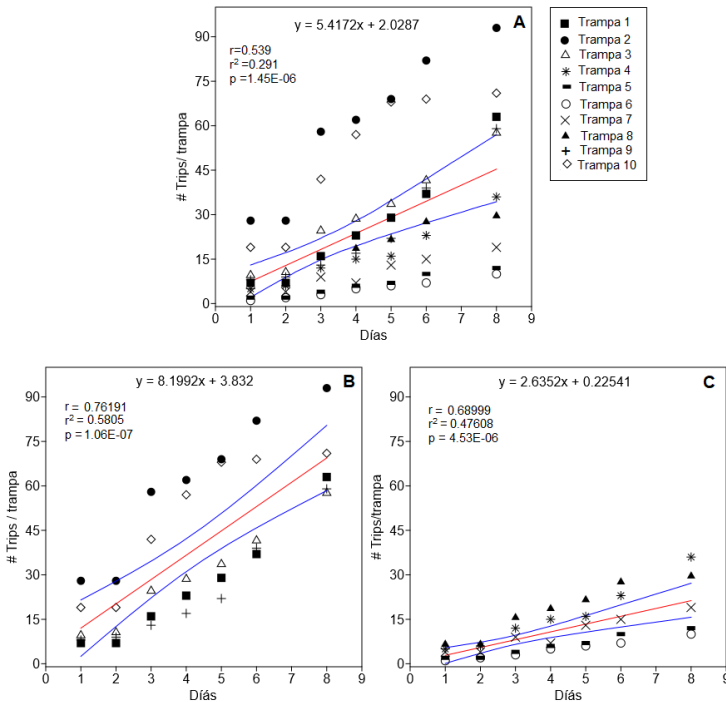


Nota: A, captura acumulada en todas las trampas de muestreo; B, captura acumulada por *esfuerzo* de muestreo; C, captura media por trampa para cada *esfuerzo* de muestreo.

Efectividad de captura en el tiempo

Los resultados demuestran que las trampas no pierden efectividad en la captura, durante el periodo de lectura semanal. El modelo de regresión sugiere una captura constante, la cual fue descrita bajo la ecuación $Y = 5,4172X + 2,0287$ para el ensayo en campo (Figura 4). En la efectividad de captura en el tiempo puede evidenciarse que las trampas capturan en promedio 5,4172 trips/día (3,244; 7,3831). No obstante, al agrupar las trampas de captura similar (4, 5, 6, 7, 8 y 1, 2, 3, 9, 10) se presentaron diferencias significativas entre la capacidad de captura en el tiempo, siendo 8,1992 trips/día (6,098; 10,136) para el primer grupo (Figura 4B) y 2,6352 (1,4577; 3,6891) para el segundo (Figura 4C).

Figura 4. Curva de captura acumulada de trips en el tiempo



Nota: las líneas rojas representan la regresión y las azules los intervalos de confianza del 95%. A, regresión para las 10 trampas evaluadas. B, regresión lineal para el primer grupo de trampas (4, 5, 6, 7, 8); C, regresión lineal para el segundo grupo de trampas y 1, 2, 3, 9, 10.

Discusión

La floricultura en Colombia ocupa un sector importante de producción, sin embargo, existen labores culturales en cuanto al manejo integrado de plagas, en las cuales aún no se han estandarizado metodologías de monitoreo indirecto.

to. Incurrir en la mejoría de estos métodos optimizaría el tiempo y la mano de obra, a la vez, sería una herramienta que disminuiría los costos de producción. Los resultados aquí presentados sugieren que algunos esfuerzos de monitoreo, sobre todo aquellos con mayor número de trampas (F y G), presentan patrones de captura similares. Pese a ello, los datos atípicos de captura en algunos casos (esfuerzo E) indican que otros factores pueden influir en las capturas. Lo anterior no solo se evidencia en los ensayos semanales, sino también en las lecturas diarias realizadas durante los ensayos de efectividad de captura en el tiempo (Figura 4). Carrizo y Klasman (2001) plantearon que una trampa leída cada dos o tres días, es suficiente para capturar a un adulto de trips en 100 m² de cultivos de clavel (*Dianthus caryophyllus*), con un error esperado del 10%; esta área sería equivalente a tres camas de crisantemo bajo las condiciones del Oriente antioqueño y, por tanto, al muestreo «D» del presente estudio, donde la captura media fue de 16,5 individuos/trampa y un máximo de 34.

Por otra parte, las capturas en el tiempo parecen reflejar un patrón independiente al esfuerzo implementado, debido a que en las semanas 5 y 6 hay un incremento y un decrecimiento en semanas posteriores (Tabla 3). Trabajos previos parecen haber presentado patrones similares en plantas de crisantemo cultivadas comercialmente (Mejía et al. 2018), pero no en todos los casos dicho comportamiento fue identificado (Cárdenas y Corredor, 1989a). Según Pizzol et al. (2010) no todas las variedades cultivadas de plantas son de preferencia para los trips, probablemente al ser influenciados por factores bióticos, estado fisiológico de las plantas, estado nutricional (Butler et al., 2012) y factores abióticos como el clima, la temperatura, la humedad relativa, las horas de exposición solar y la programación del fotoperiodo (Chaisuekul y Riley, 2005; Langton, 1981). Lo anterior sugiere que, al interior de un bloque de cultivo de crisantemo donde se presentan mezclas de variedades y de etapas fenológicas, incluso de microclimas distintos, podrían presentarse diferencias en las capturas y en los patrones poblacionales.

Los arreglos espaciales utilizados para la captura de trips en este trabajo fueron aleatorizados, pudiendo estar algunas trampas más expuestas a los bordes de los invernaderos y probablemente obtener capturas mayores. En la literatura se reportan pocos estudios en cultivos de ornamentales, que evalúen el área y la den-

sidad de las trampas utilizadas para realizar monitoreo indirecto. Sin embargo, se reportan evaluaciones de métodos de monitoreo indirecto en diferentes cultivos. Por ejemplo, Shipp et al., (2000) evaluaron trampas en cultivo de pepino y un área de 13 por 8 cm, una densidad de una trampa por 35 m²; Steiner y Goodwin (2005) lo hicieron en cultivo hidropónico de fresa, con trampas de 10 por 15 cm de color amarillo; Cloyd y Sadof (2003) estimaron capturas en cultivos de clavel con placas de color azul, con dimensiones de 8 por 13 cm, manejando una densidad de una trampa por 100 m²; Casey y Parella (2002), en rosas cortadas, evaluaron trampas de color amarillo de 15 por 15 cm; Park et al. (2007) analizaron en cultivo de pimientos rojos con trampas de color amarillo de 8 por 13 cm. Virgen et al., (2011), en cultivos de mango, evaluaron los colores violeta, azul y amarillo en placas de 20 por 20 cm. En todos los trabajos se reportaron capturas de trips, sin embargo, no se relacionan otras variables ambientales que puedan dar una mejor explicación a las necesidades biológicas o dinámicas poblacionales de este insecto.

En este trabajo, las cantidades de trips capturados durante el ciclo productivo de crisantemo, parecen verse afectadas por factores externos que inciden en la presencia de dicho insecto. De la misma manera, los esfuerzos de monitoreo empleados comercialmente (una trampa cada 12 o más camas) podrían estar incluyendo una variación espacial, relacionada con las edades y variedades que no pueden ser detectadas con una única trampa. Así pues, el esfuerzo de monitoreo a utilizar debería obedecer tanto a la edad de las plantas (Figura 1B; Tabla 2), como a la susceptibilidad particular de las variedades de crisantemo a los trips (Figura 2). Aun así, la implementación de esta práctica en condiciones normales de producción comercial se dificulta y es poco viable, dado que en un mismo bloque —y en ocasiones en una misma nave— se cultivan plantas de diferentes variedades y con distintas edades fenológicas. Ante este panorama, el monitoreo directo realizado sobre las camas surge como una alternativa de ajuste para la estimación de las densidades poblacionales en los cultivos una vez se verifique el grado de correlación entre ambos métodos (directo e indirecto) para las condiciones de cada predio.

Conclusiones

Aun cuando no existen diferencias entre los esfuerzos de monitoreo evaluados, factores como la edad de las plantas permiten identificar que se requieren tantas trampas como edades fenológicas se presenten en las camas del cultivo y, en menor medida, las variedades más o menos susceptibles identificadas por los productores.

La lectura semanal de las trampas es suficiente en la estimación de las densidades poblacionales, dado que estas no pierden efectividad de captura en el tiempo transcurrido entre lectura y lectura.

Referencias

- Akaike, H. (1974). A new look at the statistical model identification. In Selected Papers of Hirotugu Akaike (pp. 215–222). Springer.
- Brødsgaard, H. F. (1989b). Coloured sticky traps for *Frankliniella occidentalis* (Pergande)(Thysanoptera, Thripidae) in glasshouses. *Journal of applied entomology*, 107(1-5), 136-140.
- Broughton, S., & Harrison, J. (2012). Evaluation of monitoring methods for thrips and the effect of trap colour and semiochemicals on sticky trap capture of thrips (Thysanoptera) and beneficial insects (Syrphidae, Hemerobiidae) in deciduous fruit trees in Western Australia. *Crop protection*, 42, 156-163.
- Böckmann, E., Hommes, M., & Meyhöfer, R. (2015). Yellow traps reloaded: what is the benefit for decision making in practice?. *Journal of Pest Science*, 88(2), 439-449.
- Butler, J., Garratt, M. P. D., & Leather, S. R. (2012). Fertilisers and insect herbivores: a meta-analysis. *Annals of Applied Biology*, 161(3), 223-233.
- Cárdenas, E., & Corredor, D. (1989a). Preferencia de los Trips (Thysanoptera: Thripidae) hacia trampas de colores en un invernadero de flores de la Sabana de Bogotá. *Agronomía colombiana*, 6(1-2), 78-81.
- Carrizo, P. (2008). Efecto del tamaño de trampas adhesivas amarillas para el muestreo de *Frankliniella occidentalis* en pimiento (*Capsicum annum*) en invernadero. *Ciencia e investigación agraria*, 35(2), 191-197.

- Carrizo, P., & Klasman, R. (2001). Determinación del número óptimo de trampas adhesivas azules para el monitoreo de *Frankliniella occidentalis* (Tysanoptera: Thripidae) en *Dianthus caryophyllus* en invernadero. *Folia Entomológica Mexicana*, 40, 389-396.
- Casey, C., & Parrella, M. (2002). Demonstration and implementation of a reduced risk pest management strategy in fresh cut roses. *IOBC WPRS BULLETIN*, 25(1), 45-48.
- Chaisuekul, C., & Riley, D. G. (2005). Host plant, temperature, and photoperiod effects on ovipositional preference of *Frankliniella occidentalis* and *Frankliniella fusca* (Thysanoptera: Thripidae). *Journal of economic entomology*, 98(6), 2107-2113.
- Cho, K., Eckel, C. S., Walgenbach, J. F., & Kennedy, G. G. (1995). Comparison of colored sticky traps for monitoring thrips populations (Thysanoptera: Thripidae) in staked tomato fields. *Journal of Entomological Science*, 30(2), 176-190.
- Chu, C. C., Pinter, P. J., Henneberry, T. J., Umeda, K., Natwick, E. T., Wei, Y. A., Reddy, V., Shrepatis, M. (2000). Use of CC traps with different trap base colors for silverleaf whiteflies (Homoptera: Aleyrodidae), thrips (Thysanoptera: Thripidae), and leafhoppers (Homoptera: Cicadellidae). *Journal of economic entomology*, 93(4), 1329-1337
- Cloyd, R. A. (2009). Western flower thrips (*Frankliniella occidentalis*) management on ornamental crops grown in greenhouses: have we reached an impasse. *Pest Technology*, 3(1), 1-9.
- Cloyd, R. A., & Sadof, C. S. (2003). Seasonal abundance and the use of an action threshold for western flower thrips, in a cut carnation greenhouse. *HortTechnology*, 13(3), 497-500.
- Hammer, Ø., Harper, D. A., & Ryan, P. D. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia electronica*, 4(1), 9.
- Hoddle, M. S., Robinson, L., & Morgan, D. (2002). Attraction of thrips (Thysanoptera: Thripidae and Aeolothripidae) to colored sticky cards in a California avocado orchard. *Crop protection*, 21(5), 383-388.
- Jiménez, S. F. J., Torres, I. D., & Alfonso, D. L. (2004). Evaluación de trampas engomadas para determinar preferencias de color y altura en *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera: Thripidae) en papa. *Fitosanidad*, 8(4), 49-52.

- Mejía, C.; Ospina, L.; Palacio M.; Calvo, S.; Giraldo, C. (2018). Relación entre método directo e indirecto de monitoreo de trips (Insecta: Thysanoptera) en un cultivo comercial de crisantemo *Dendranthema* (dc.) Des Moul (Asterácea) del Oriente antioqueño. *Metroflor*, (84), 74.
- Mouden, S., Sarmiento, K. F., Klinkhamer, P. G., & Leiss, K. A. (2017). Integrated pest management in western flower thrips: past, present and future. *Pest management science*, 73(5), 813-822.
- Park, H. H., Lee, J. H., & Uhm, K. B. (2007). Economic thresholds of western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) for unripe red pepper in greenhouse. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 10(1), 45-53.
- Pizzol, J., Nammour, D., Hervouet, P., Bout, A., Desneux, N., & Mailleret, L. (2010). Comparison of two methods of monitoring thrips populations in a greenhouse rose crop. *Journal of pest science*, 83(2), 191-196.
- Shipp, J. L., Wang, K., & Binns, M. R. (2000). Economic injury levels for western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) on greenhouse cucumber. *Journal of economic entomology*, 93(6), 1732-1740.
- Steiner, M. Y., & Goodwin, S. (2005). Management of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande)(Thysanoptera: Thripidae), in hydroponic strawberry crops: using yellow sticky traps to determine action thresholds. *Australian Journal of Entomology*, 44(3), 288-292.
- Vernon, R. S., & Gillespie, D. R. (1990). Spectral responsiveness of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) determined by trap catches in greenhouses. *Environmental Entomology*, 19(5), 1229-1241.
- Virgen Sánchez, A., Santiesteban Hernández, A., & Cruz-López, L. (2011). Evaluación de trampas de colores para trips del mango ataulfo en el Soconusco, Chiapas. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 2(4), 579-581.
- Yudin, L. S., Mitchell, W. C., & Cho, J. J. (1987). Color preference of thrips (Thysanoptera: Thripidae) with reference to aphids (Homoptera: Aphididae) and leafminers in Hawaiian lettuce farms. *Journal of Economic Entomology*, 80(1), 51-55.



Atracción discriminante de trampas de color a especies de trips

(Insecta: Thysanoptera
asociadas a cultivos de
crisantemo

(*Dendranthema*: Asteraceae)
del Oriente antioqueño

José Daniel Plaza Olano

Agrónomo. Universidad Católica de Oriente. Sector 3,
Cra. 46 N°. 40B-50, Rionegro, Antioquia-Colombia.
danielplaza561@gmail.com.

Carlos Eduardo Giraldo Sánchez

Ingeniero Agrónomo. M. Sc. Biología. Ph. D. Biología.
Grupo de Investigación de Sanidad Vegetal. Facultad de
Ciencias Agropecuarias. Profesor asociado Universidad
Católica de Oriente. Sector 3, Cra. 46 N°. 40B-50, Rione-
gro, Antioquia-Colombia (1 Autor de correspondencia).
csanchez@uco.edu.co, cegiral0@gmail.com.
ORCID: 0000-0001-6651-3819

Atracción discriminante de trampas de color a especies de trips

(Insecta: Thysanoptera)
asociadas a cultivos de crisantemo
(*Dendranthema*: Asteraceae)
del Oriente antioqueño

Los daños directos ocasionados por larvas y adultos de trips en los crisantemos de exportación se generan cuando raspan y succionan el contenido celular en los tejidos de la planta; por otra parte, los daños indirectos están asociados a la transmisión de virus y algunas enfermedades fúngicas. Por ejemplo, se sabe que los trips de la cebolla, *Thrips tabaci* Lindeman —1889— y los trips de las flores de Occidente, *Frankliniella occidentalis* Pergande —1895—, transmiten el virus del bronceado del tomate (TSWV, del inglés *Tomato Spotted Wilt Virus*), el cual provoca manchas amarillentas en el follaje y ocasiona enanismo en las plantas. Otra enfermedad transmitida por este insecto es el Virus del Mosaico del Tabaco (TMV), cuando los trips se alimentan de polen de una planta enferma y entran en contacto con otra, esta enfermedad ocasiona deformaciones en las hojas y amarillamientos, asimismo puede provocar necrosis en la hoja y el fruto (Sierra, 2017). En crisantemo el daño directo genera lesiones superficiales, de color blanquecino en los pétalos y las hojas, que posteriormente se tornan necróticas. En caso de atacar a las yemas florales estas pueden quedarse cerradas, también pueden causar deformidades en la flor cuando está

formada. En consecuencia, se limitan las exportaciones (Lesur, 2006). El daño indirecto se asocia particularmente a la transmisión del TSWV, generando deformaciones, amarillamiento y enanismo en las plantas (Quijano y Velásquez, 2017), obligando a la erradicación de las plantas afectadas.

En el cultivo de crisantemo en el territorio colombiano se ha registrado algunas especies de trips, hallados dentro y alrededor de los invernaderos. Por ejemplo, en la Sabana de Bogotá se encontraron tres géneros: *Taeniothrips*, *Thrips* y *Frankliniella*; este último presentó el mayor número de especies en los invernaderos. Las especies encontradas allí fueron *F. occidentalis*, *F. auripes*, *F. panamensis* Hood, *F. minuta*, *F. colombiana*, *Taeniothrips simplex* y *Thrips tabaci* (Cárdenas y Corredor, 1989b). En Antioquia, en cultivos ornamentales del área del Valle de Aburrá, se registraron las especies: *Anaphothrips obscurus* Müller, *F. insulares*, *Frankliniella* nr. *citripes*, *F. occidentalis* Pergande, *F. panamensis*, *Neohydatothrips signifer* Priesner, *Psectothrips palmerae*, *Thrips australis* Bagnall, *T. palmi* Karny, *T. simplex* Morison, *T. tabaci* Lindeman (Arévalo et al., 2003).

Los programas fitosanitarios en crisantemo buscan reducir el daño causado por agentes patógenos para el cultivo y en ellos los monitoreos de plagas son un componente fundamental. Para el muestreo de trips, particularmente, se utilizan tanto muestreos directos que consisten en realizar conteos de los insectos sobre las plantas, como muestreos indirectos en los que se utilizan trampas pegajosas de color, las cuales son usadas comúnmente en numerosos cultivos y son atrayentes a los trips, dado su fototaxismo (Kawai, 1983; Vernon y Guillispie, 1990; Salas y Mendoza, 1996; Cloyd, 2009). No obstante, muchos de los resultados son contradictorios cuando se trata de asociar cada especie de trips a trampas de un color específico. Las referencias sobre los colores utilizados para el monitoreo de trips en crisantemos no evidencian un patrón que permita aproximarse a la identidad de las especies (Cloyd, 2009), lo que dificulta el manejo en el campo y la evaluación de la efectividad de los métodos de control, sobre las poblaciones de cada especie (Rodríguez y Vázquez, 2008).

Entender las dinámicas de las distintas poblaciones en campo, permitiría tomar medidas de manejo enfocadas a interrumpir los ciclos de vida particulares de cada especie. Asimismo, se podría determinar la susceptibilidad de las distintas

variedades al ataque de cada especie de trips y, de forma indirecta, identificar cuáles de estas variedades podrían estar en mayor riesgo de transmisión de TSWV, a través de sus vectores biológicos. Empero, la exploración taxonómica básica de atracción, de las distintas especies a trampas de diferentes colores, es una necesidad por satisfacer. Por tanto, este trabajo tuvo como objetivos: 1) identificar las especies de trips presentes en un cultivo comercial de crisantemo en el Oriente antioqueño; 2) evaluar si existe alguna asociación entre la abundancia de sus capturas y los distintos colores empleados en las trampas de monitoreo; 3) determinar el efecto de la variedad sobre el número de capturas de trips; y 4) describir las dinámicas de sus poblacionales durante un ciclo productivo.

Materiales y métodos

Localización

El ensayo se realizó en un cultivo comercial de crisantemo en el Oriente antioqueño, ubicado en la vereda Galicia del municipio de Rionegro (6,182468°N, -75,355962°E); con una elevación de 2. 121 m s. n. m.; 2. 000 mm de lluvia anual; 20°C de temperatura promedio y una humedad relativa del 80%. La recolección de muestras se realizó entre los meses de febrero y junio del año 2018. Durante el muestreo la época que predominó fue de tiempo seco, con lluvias esporádicas en el mes de mayo.

Recolección de muestras

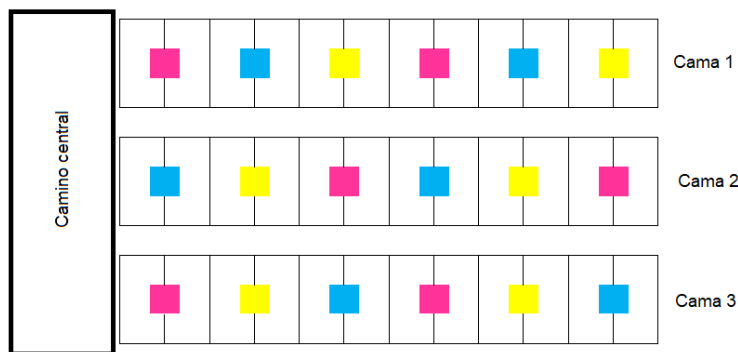
Para la recolección de muestras de trips fueron seleccionadas tres camas de 1,35 m de ancho por 38 m de largo, de las variedades Metric, Millenium, Orinoco, Venice y Piolin, identificadas por los productores del predio como unas de las más susceptibles al ataque de trips en el cultivo. Los especímenes se recolectaron tanto de manera indirecta como directa. La captura indirecta se realizó recolectando los especímenes atrapados en las trampas de colores, que posteriormente se transportaron al laboratorio; la captura directa se llevó a cabo por agitación de cinco botones florales por planta, en nueve plantas por cama, sobre láminas blancas de 210 por 297 mm, asimismo, se usó un pincel con el cual se depositaron los individuos en tubos Eppendorf de 1,5 ml, con solución AGA (etanol al 70%; ácido acético al 99% y glicerina; en proporciones iguales), siguiendo a Aguilar et al. (1996). Los tubos fueron debidamente rotulados y transportados al laboratorio de entomología de la Universidad Católica de Oriente para la posterior

identificación de los especímenes. Los muestreos directos se efectuaron en 20 camas, durante nueve semanas en las primeras horas de la mañana (8:00 a. m.). Los individuos capturados se usaron para la identificación taxonómica de las especies.

Atracción específica a trampas de color

Se seleccionaron tres camas de 1,35 m de ancho por 38 m de largo, de las variedades mencionadas anteriormente. Allí se dispusieron 18 trampas de 10x10 cm, siguiendo a Carrizo (2008); estas fueron hechas a mano, de colores amarillo, azul y magenta (seis trampas por color; seis trampas por cama). Las trampas se impregnaron de pegante comercial (biopegante) por uno solo de sus lados (lado con color) y se dispusieron a 7 cm de altura sobre el ápice de las plantas; de igual manera, fueron reemplazadas semanalmente conservando la misma ubicación espacial de los distintos colores (Figura 5), durante un ciclo completo del cultivo (diez semanas), desde la siembra hasta el destronque. Los colores empleados en las trampas fueron seleccionados de ensayos previos realizados en los mismos cultivos (Ospina et al., en prep.), considerados como los más atractivos para los trips en este cultivo. Por otro lado, los conteos de los individuos en las trampas se realizaron semanalmente en campo de manera previa al reemplazo de las trampas. Para el conteo se evaluó la totalidad del área de la trampa y se registraron los datos en hojas de cálculo, incluyendo la información referente a la posición de la trampa en campo, color, variedad de las plantas y semana de evaluación.

Figura 5. Arreglo espacial de las trampas de color sobre las camas de crisantemo utilizadas para el ensayo.



Preparación de muestras

Deshidratación: se transfirieron los especímenes de los tubos Eppendorf a cajas Petri con ayuda de un pincel y se procedió a separar los estados inmaduros de los adultos; luego, con ayuda de una aguja, se transfirieron los individuos a otra caja de Petri, a la cual se le agregaron ocho gotas de hidróxido de potasio (KOH) al 10%, cubriendo con una placa de vidrio para evitar que el químico se evaporara y se dejó actuar por dos horas a temperatura ambiente. Con una aguja de punta angular se extendieron las alas, las patas y las antenas; posteriormente, se extrajo el KOH de la caja con una jeringa plástica. Se añadió agua destilada a los adultos, dejándolos reposar por unos tres minutos antes de extraer el agua de la caja Petri; por último, se realizaron tres lavados con agua destilada, de tres minutos cada uno, procurando retirar el exceso de KOH.

Montaje: se usaron portaobjetos limpios y secos los cuales fueron rotulados con los datos correspondientes a la muestra (código, finca, cama, color de trampa, tipo de recolección, fecha del montaje). Se pusieron de una a dos gotas pequeñas de agua destilada en el centro del portaobjetos, donde posteriormente se dispuso el espécimen en vista dorsal y con la cabeza hacia abajo, a la vez que se le extendieron las antenas y las patas; también se colocó un cubreobjetos antes de que la muestra se secase, procurando que no quedaran burbujas atrapadas. Se dejó la placa a temperatura ambiente por unos diez minutos y, posteriormente, se observó al microscopio.

Identificación taxonómica

Los individuos se inspeccionaron bajo un estereomicroscopio Nikon Modelo C- DSS115 (Japón). La identificación taxonómica se desarrolló mediante el uso de claves dicotómicas (Mound y Kibby, 1998; Godoy et al., 2015), claves lúcidas disponibles en internet (Moritz et al., 2013) y literatura relacionada con trips en crisantemo de la región (Arévalo et al., 2003). Adicionalmente, se confirmó la identidad de los especímenes con la ayuda de un especialista del Centro de Investigación y Educación Pee Dee de la Universidad de Clemson (SC, USA).

Análisis de datos

Se realizaron comparaciones entre las capturas con los diferentes colores, las semanas evaluadas y las variedades, mediante gráficos de barras y bigotes; posteriormente, se usó la prueba de Kruskal-Wallis para evaluar diferencias en las capturas en las distintas comparaciones (Corder y Foreman, 2011) y comparaciones pareadas posteriores mediante el test de Dunn con corrección de Bonferroni. Adicionalmente, se empleó la prueba Chi cuadrado para evaluar la asociación de las especies identificadas a los colores. Los análisis fueron conducidos en el programa PAST versión 4.09 (Hammer & Harper, 2001).

Resultados

Las tres especies encontradas dentro del cultivo fueron *F. occidentalis* (especie 1), *T. palmi* (especie 2) y *F. panamensis* (especie 3) (Figura 6). Los caracteres útiles para la identificación en campo de lastres especies, incluyen los patrones de coloración del abdomen y las antenas, así como estructuras en las alas y la cabeza. Para el caso de *F. occidentalis* tanto machos como hembras poseen la cabeza más ancha que larga, una coloración amarilla en el notto y las antenas amarillo oscuro de ocho segmentos; en sus alas los flecos se distribuyen de manera ordenada hacia el extremo distal, aun cuando los individuos estén retenidos en las trampas. En el caso de *F. panamensis* la cabeza es más ancha que larga y las antenas tienen ocho segmentos; los flecos de sus alas se distribuyen de manera organizada en forma similar a *F. occidentalis*, pero poseen una coloración oscura en el notto, la cabeza y las antenas, lo que la diferencia de esta. No obstante, los machos son más claros que las hembras, sin llegar a ser tan claros como los individuos de *F. occidentalis*. Estas diferencias concuerdan con los caracteres propuestos previamente para la identificación (Mound y Kibby, 1998). El carácter adicional para confirmaciones en laboratorio fue la presencia de microtichia en la coxa posterior de *F. panamensis*, ausente en *F. occidentalis* (Gunawardana et al., 2017). Por último, *T. palmi* tiene la cabeza amarilla y es tan larga como ancha, sus antenas son amarillas y de seis segmentos; el tórax y el abdomen poseen una coloración café, notablemente más oscura que el color de la cabeza; los flecos de sus alas se distribuyen de manera desorganizada sobre el área.

Durante el ensayo se capturaron, a través del monitoreo directo e indirecto, un total de 2.712 individuos: 1.372 de la especie *F. occidentalis*, con un promedio de 7,62 (\pm 11,82) individuos por trampa; 1.118 de la especie *T. Palmi*, con un promedio de 6,21 (\pm 7,20) individuos por trampa; y 222 de la especie *F. panamensis*, con 1,23 (\pm 0,2,43) individuos en promedio por trampa. Las trampas que mayor captura promedio obtuvieron fueron las de color azul, con un indicador de 17,70 (\pm 16,99) individuos/trampa, seguidas por el color amarillo, con un promedio de 15,02 (\pm 13,38) individuos/trampa y, por último, las de tono magenta con 12,48 (\pm 13,32) individuos/trampa (Tabla 4), pero sin diferencias significativas entre la captura por color ($H - \chi^2 = 4,176$, $p = 0,1239$) (Figura 7).

En cuanto a la captura de cada especie en las trampas de color, los resultados sugieren una atracción diferencial de las tres especies identificadas en el cultivo ($\chi^2 = 103,4$; $p = 1,86E - 21$), donde la especie *F. occidentalis* mostró una mayor atracción hacia las trampas amarillas, *T. palmi* a las trampas azules y *F. panamensis* a las trampas color magenta (Figura 8). Los análisis individuales para cada una de las especies no mostraron diferencias significativas para los colores en *F. occidentalis* (Figura 8A) ni *F. panamensis* (Figura 8B), pero sí para *T. palmi* ($H - \chi^2 = 8,229$, $p = 0,01576$), particularmente entre los colores (Figura 8C).

Figura 6. Especies de trips asociadas a un cultivo comercial de crisantemo del Oriente antioqueño

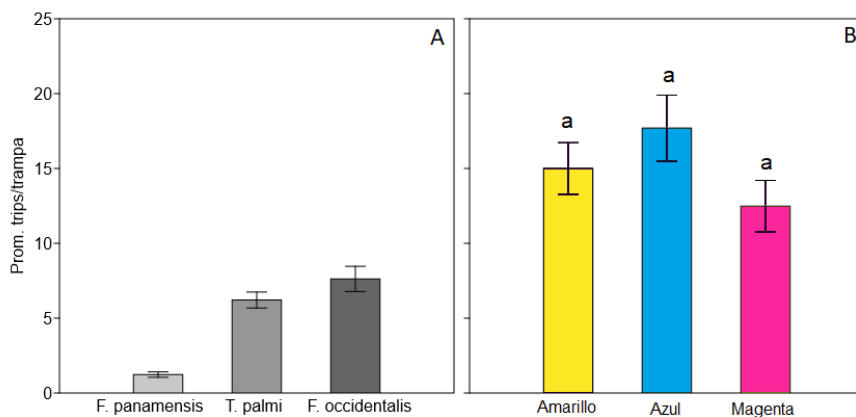


Nota: A, *Frankliniella occidentalis*; B, *Thrips palmi*; C, *Frankliniella panamensis*.

Tabla 4. Capturas de totales de trips mediante los diferentes colores utilizados para el monitoreo, durante el ciclo productivo de crisantemo.

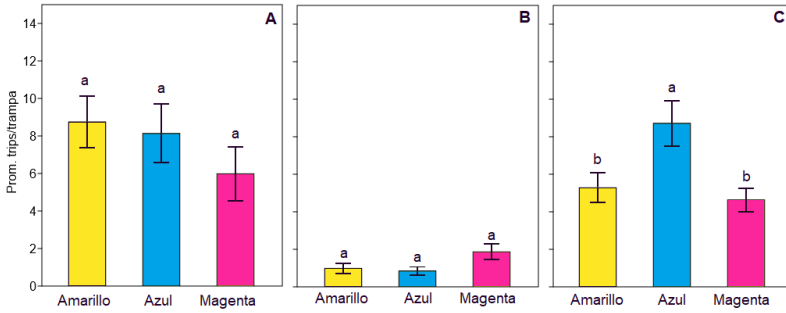
Color trampa	<i>F. occidentalis</i>	<i>T. palmi</i>	<i>F. panamensis</i>	Total trips/trampa
Amarillo	525	317	59	901
Azul	436	462	51	944
Magenta	411	339	112	867
Total general	1 372	1 118	222	2 712

Figura 7. Promedio de trips capturados por trampa.



Nota: los bigotes representan el error estándar. A, captura por especie; B, captura por color.

Figura 8. Atracción hacia el color de la trampa (amarillo, azul y magenta) por parte de las especies de trips encontradas en el ciclo productivo



Nota: A, *F. occidentalis*; B, *F. panamensis*; C, *T. palmi*.

El análisis del efecto de la variedad de crisantemo sobre la atracción de trips no mostró diferencias significativas para estos en general, ni para alguna de las especies por separado (*T. Palmi*, $F = 2,369$, $p = 0,06415$; *F. occidentalis*, $F = 0,536$, $p = 0,7095$; *F. panamensis*, $F = 2,084$, $p = 0,09713$), aunque las trampas sobre la variedad Venice mostraron los menores valores promedio de captura, para las tres especies (Figura 9).

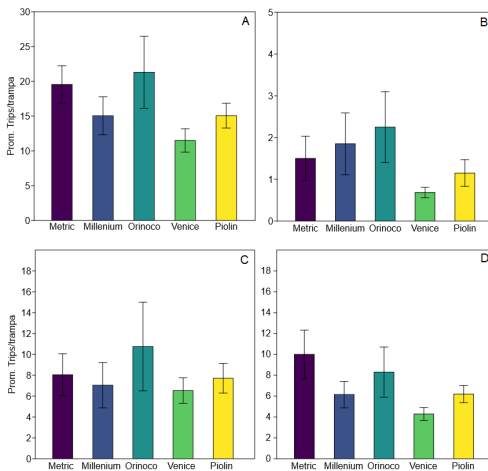
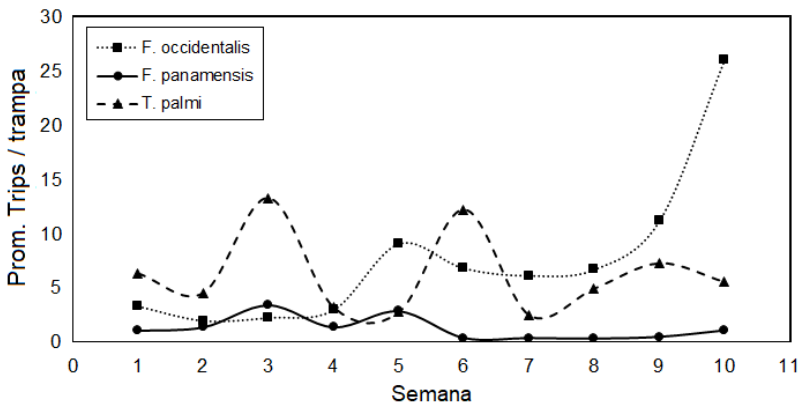


Figura 9. Promedio de captura de trips por trampa de color a cada una las variedades Piolin, Venice, Metric, Millenium y Orinoco

Nota: A, individuos totales de trips; B, *Frankliniella panamensis*; C, *Frankliniella occidentalis*; D, *Thrips palmi*.

Por último, las dinámicas poblacionales no mostraron un único patrón entre las especies (Figura 10). Por ejemplo, para la especie *F. occidentalis* la población se mantuvo estable desde la semana uno (con 59 individuos) hasta la semana cuatro, con un pico poblacional posterior en la semana cinco, donde se alcanzaron capturas de 163 individuos; la población se mantuvo por encima de los 100 individuos entre las semanas seis y ocho, posteriormente, se presentó un crecimiento abrupto en las semanas nueve y diez. Para el caso de *T. Palmi* se presentó una mayor variación, con dos picos poblacionales superiores a 200 individuos en las semanas tres y seis. Por último, *F. panamensis* presentó las menores abundancias en las trampas con los mayores valores en la semana tres (61 individuos) y la semana cinco (51 individuos); a partir de esta su población se redujo paulatinamente, llegando a 19 individuos en la última semana de muestreo.

Figura 10. Fluctuación poblacional de los trips en un ciclo completo de cultivo comercial de crisantemo



Nota: la línea punteada corresponde a *F. occidentalis*, la línea continua a *F. panamensis* y la línea intermitente a *T. Palmi*.

Discusión

Los trips constituyen una de las plagas principales del crisantemo en Colombia gracias a su carácter cuarentenario. No obstante, las distintas especies pueden presentar comportamientos diferentes, que podrían generar respuestas distintas a los controles implementados y, en el peor de los escenarios, generar casos de resistencia no detectados. Por lo anterior, se hace necesario no solo identificar las especies presentes en los cultivos, sino mejorar los sistemas de monitoreo de cada una para aproximarse a las dinámicas poblacionales particulares y, por tanto, a la evaluación de la eficiencia de los métodos de control sobre las mismas.

En el presente estudio se identificaron tres especies asociadas al cultivo de crisantemo evaluado (*F. occidentalis*, *T. palmi* y *F. panamensis*), todas ellas de importancia económica y, las dos primeras, vectores potenciales de TSWV (Hobbs et al., 1993). Reconociendo las limitaciones asociadas a la identificación morfológica de especímenes capturados en trampas pegajosas, los resultados obtenidos concuerdan con lo reportado por Arévalo et al., (2003), quienes identificaron, entre otras seis, las especies aquí registradas en una amplia variedad de cultivos ornamentales en los municipios del Valle de Aburrá; y particularmente en crisantemo, coinciden con el trabajo de Cárdenas y Corredor (1993), quienes reportaron *F. occidentalis*, *F. panamensis*, *F. minuta*, *F. auripes* y *T. tabaci* en la Sabana de Bogotá. En otras localidades del continente americano la diversidad de trips en el cultivo de crisantemo parece ser aún mayor. Un estudio reciente en México identificó 17 especies, incluidas en los géneros *Frankliniella* (13 especies), asimismo *Neohydatothrips*, *Anaphothrips*, *Chirothrips* y *Leptothrips* (una especie cada uno) (Loera et al., 2017).

En cuanto a la atracción de los trips a colores particulares, varios estudios reportan que diferentes especies poseen una preferencia a distintos colores. Sin embargo, en su mayoría no son reportes asociados al cultivo de crisantemo. Por ejemplo, para el caso de la especie *T. palmi* se determinó que, en cultivos de liliáceas, el color azul fue el más atrayente para esta especie (Jiménez et al., 2004; Yudin et al., 1987). En su estudio Yudin et al. (1987) probaron los colores: blanco, azul, dos tipos de amarillo y cuatro de verdes para atrapar adultos de *F. occidentalis* sobre un cultivo de lechuga; allí se determinó que el 91% de los

individuos tenían atracción por el color blanco. No obstante, es de notar que físicamente el blanco presenta reflectancia en todas las longitudes del espectro visible, es decir, es una mezcla de todos los colores, por lo cual es de esperarse que genere las mayores capturas independiente de la especie a monitorear. Por su parte Hoddle et al. (2002) evaluaron los colores amarillo, blanco y azul para la captura de tres especies de trips: *Selenothrips perseae* (Nakahara), *F. occidentalis* y *F. orizabensis* (Johansen) en un cultivo de aguacate Hass; se determinó que los colores amarillo y azul fueron los más atractivos para *S. perseae*, mientras que las trampas blancas capturaron principalmente *F. orizabensis* y *F. occidentalis*. En el trabajo de Cárdenas y Corredor (1989b) en Colombia, se evaluaron trampas de color blanco, morado, amarillo, rojo, naranja y verde, para determinar el más atrayente a trips en un cultivo de crisantemo en la Sabana de Bogotá, encontrando que los colores más atrayentes para las especies *F. occidentalis* y *F. panamensis* fueron el blanco, seguido por el color morado y el amarillo. Sin embargo, en dicho análisis no se evaluó el color azul, el cual se usa normalmente para el control de estos insectos en cultivos comerciales (Cloyd, 2009).

Aunque las capturas en este estudio concuerdan parcialmente con los trabajos mencionados, se ha demostrado que *F. occidentalis* presenta una respuesta fisiológica óptica al color amarillo (540 nm), tanto en machos como en hembras (Matteson y Terry, 1992), por lo cual se esperaría una mayor captura en trampas de este color; en el caso de *F. panamensis* (Flórez et al., 1998) se encontró mayor atracción para el color azul y el blanco, en un huerto de ciruelo en Cundinamarca-Colombia, estos dos colores no obtuvieron una diferencia significativa entre ellos. Trabajos recientes referentes a la diferenciación taxonómica de *F. occidentalis* y *F. panamensis*, sugieren que pese a tener caracteres morfológicos diferenciables, no hay evidencias de su diferenciación biológica (Gunawardana et al., 2017). No obstante, los resultados aquí presentados sugieren que ambas especies tienen una diferencia comportamental, ya que *F. occidentalis* evidenció mayores capturas en el color amarillo, mientras que *F. panamensis* mostró una tendencia hacia el color magenta. A nivel de comunidad no se presentaron divergencias significativas con respecto a las trampas de color amarillo y azul, contrario a Vélez (2016) quién reportó diferencias marcadas entre ambos colores, en experimentos de cultivos de la misma zona. No obstante, estos resultados sugieren que el color de las trampas debe ser ajustado

acorde a las necesidades particulares del cultivo. Por ejemplo, se recomendaría el uso de trampas de color amarillo para la captura *F. occidentalis*, pero magenta para la captura de *F. panamensis* que, aun sin diferencias significativas, captura casi el doble de trips de esta especie comparado con los otros colores; por otra parte, si se desea obtener una muestra representativa general de los trips sin discriminación específica, se sugiere el uso de trampas de color azul estandarizado.

Al respecto de las variedades se han realizado estudios que trataron de determinar cuáles son más susceptibles a los trips, teniendo en cuenta el color de sus flores. Por ejemplo, trabajos como el de Arévalo et al. (2003) buscaron la tendencia poblacional de los trips a una variedad de crisantemo llamada «Pinocho», la cual se destaca por tener una alta gama de colores en sus flores, en donde se capturaron un total 4.503 individuos. Los autores sugirieron que el color de la flor en la variedad influyó en la atracción de los trips en los cultivos de crisantemo; en la variedad de flor amarilla registraron el 31% del total de especímenes, seguida por la variedad de flores rojas con el 12% y las blancas con el 8%, y las demás a variedades de diversos colores como el verde y el bronce. Sin embargo, en dicho estudio se evaluó la atracción en el ciclo total del cultivo sin discriminación temporal, por lo cual no es posible determinar si las poblaciones se asociaron a la aparición de la flor y su color característico. Por el contrario, en este trabajo se realizó el análisis temporal por variedades y su asociación a las distintas especies; los datos aquí presentados sugieren que no existen diferencias significativas, con respecto a la variedad y color de la planta, para las especies *F. occidentalis* y *F. panamensis*, aunque la especie *T. palmi* evidenció mayores capturas en las trampas ubicadas sobre plantas de la variedad «Metric», cuyas flores son de color verde. Esto sugiere que los trips del género *Frankliniella* no muestran una a una variedad de cierto color particular en la flor.

Aparte de causar lesiones directas a las plantas como entorchamientos y clorosis ocasionados por la alimentación, los trips acarrean daños indirectos, que pueden ser incluso más devastadores que las afectaciones directas. Uno de estos daños es la transmisión de virus como el TSWV (Ananthakrishnan y Sen, 1999). La trasmisión del virus se efectúa principalmente a través de vectores y se ha comprobado que existen siete especies con capacidad de transmitirlos: 1) *Frankliniella*

occidentalis; 2) *Frankliniella schultzei* Trybom; 3) *Thrips tabaci*; 4) *Frankliniella fusca*; 5) *Thrips palmi*; 6) *Thrips setosus*; y 7) *Scirtothrips dorsalis* (Hobbs *et al.*, 1993). De las tres especies que se encontraron en campo en este análisis, las dos **más abundantes** (*F. occidentalis* y *T. palmi*) son transmisoras del TSWV, evidenciando un riesgo potencial a la transmisión del virus para el cultivo.

Aunque este trabajo solo fue realizado en uno de los bloques, el esfuerzo implementado podría reflejar las dinámicas del resto del cultivo. Sin embargo, a la fecha no se conoce la dinámica migratoria de los trips dentro y fuera de los cobertizos, por lo cual la influencia de los bordes en la estructura de las comunidades y el recambio de las mismas entre bloques es un tema aún por abordar. Asimismo, los cambios en la estructura de la comunidad podrían presentar variaciones temporales, asociadas al inicio de nuevos ciclos productivos. Por este motivo, se requieren futuros trabajos que reflejen la dinámica de las poblaciones en los bloques y no se limiten a un solo ciclo productivo. En el campo de la floricultura, los trips siguen siendo una de las plagas cuarentenarias más limitantes en la exportación, por tanto, la identificación de las especies y la adecuación de los métodos de monitoreo son necesarios, para entender las dinámicas poblacionales particulares de cada especie. Este sería el primer paso para aproximarse al entendimiento de los ciclos de vida, el comportamiento y el riesgo de infecciones con TSWV, evitando así la erradicación y la pérdida de unidades productivas. Se espera que este trabajo permita mejorar los métodos de monitoreo y el diseño de métodos de control, haciéndolos más específicos y efectivos en los cultivos de crisantemo de la región del Oriente antioqueño.

Conclusiones

Se identificaron tres especies de trips dentro del cultivo, estas son: *F. occidentalis*, *T. palmi* y *F. panamensis*, para las cuales se describen caracteres útiles a su identificación en campo. Se encontró un patrón de asociación específico de *T. palmi* a las trampas de color azul, pero no para las otras dos especies halladas. Las dinámicas poblacionales de las tres especies no mostraron patrones comunes en el tiempo, la fenología o las variedades de crisantemo evaluadas.

Referencias

- Aguilar Morales, M., Coutiño Bello, B., Salinas Rosales, P., & Martínez-Parente, E. (1996). Manual general de técnicas histológicas y citoquímicas (No. QM 556. A38 1996).
- Ananthkrishnan, T., y Sen, S. (1999). Taxonomy of Indian Thysanoptera. Zool. . Surv. Ind. (Handb. Ser.), 1:, 1-234. .
- Arévalo, E., Quintero, O., y Correa, G. (2003). Reconocimiento de trips (Insecta: Thysanoptera) en floricultivos de 3 corregimientos del municipio de Medellín, Antioquia (Colombia). Revista Colombiana de Entomología 29 (2), 169-175.
- Cárdenas, E., & Corredor, D. (1989b). Biología del Trips *Frankliniella Occidentalis* (Pegande)(Thysanoptera: thripidae) sobre *Crisantemo Chrysanthemum morifolium* l. bajo condiciones de laboratorio. Agronomía Colombiana, 6(1-2), 71-77.
- Corredor, D., & Cárdenas, E. (1993). Especies de trips (Thysanoptera: Thripidae) más comunes en invernaderos de flores de la Sabana de Bogotá. Agronomía Colombiana, 10(2), 132-143.
- Carrizo, P. (2008). Efecto del tamaño de trampas adhesivas amarillas para el muestreo de *Frankliniella occidentalis* en pimiento (*Capsicum annum*) en invernadero. Ciencia e investigación agraria, 35(2), 191-197.
- Cloyd, R. A. (2009). Western flower thrips (*Frankliniella occidentalis*) management on ornamental crops grown in greenhouses: have we reached an impasse. Pest Technology, 3(1), 1-9.
- Corder, G. W., & Foreman, D. I. (2011). Nonparametric statistics for non-statisticians. John Wiley & Sons. pp. 99
- Flórez, E., Numpaque, P., & Corredor, D. (1998). Patrón espacial y métodos de muestreo para *Frankliniella panamensis* en un huerto de ciruelo (*Prunus salicina*). Agronomía Colombiana, 15(1), 15-33.
- Godoy, S., Tigrero, J., y Marco, T. (2015). Determinacion de especies de insectos de la familia Thysanoptera: Thripidae que afectan los cultivos de rosas en dos zonas florícolas de Pinchincha- Ecuador. Agencia Ecuatoriana de aseguramiento de la calidad del Agro (Agrocalidad), 1-22.
- Gunawardana, D., Li, D., Masumoto, M., Mound, L., O'donnell, C., y Skarlinsky, T. (2017). Resolving the confused identity of *Frankliniella*

- panamensis (Thysanoptera: Thripidae). *Zootaxa* 4323 (1), 125–131.
- Hammer, Ø., Harper, D. A., & Ryan, P. D. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia electronica*, 4(1), 9.
- Hobbs, H. A., Black, L. L., Story, R. N., Valverde, R. A., Bond, W. P., Gatti, J. M., ... & Johnson, R. R. (1993). Transmission of tomato spotted wilt virus from pepper and three weed hosts by *Frankliniella fusca*. *PLANT DISEASE-ST PAUL-*, 77, 797-797.
- Hoddle, M. S., Robinson, L., & Morgan, D. (2002). Attraction of thrips (Thysanoptera: Thripidae and Aeolothripidae) to colored sticky cards in a California avocado orchard. *Crop protection*, 21(5), 383-388.
- Jiménez, S. F. J., Torres, I. D., & Alfonso, D. L. (2004). Evaluación de trampas engomadas para determinar preferencias de color y altura en *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera: Thripidae) en papa. *Fitosanidad*, 8(4), 49-52.
- Kawai, A. (1983). Studies on population ecology of *Thrips palmi* Karny. 3. Relationship between the density of adults on plants and the number of individuals trapped by sticky traps. In *Proceedings of the Association for Plant Protection of Kyushu* (Vol. 29, pp. 87-89).
- Lesur, L. (2006). *Manual de plagas y enfermedades agrícolas: una guía paso a paso* (No. 632.9 M3).
- Loera-Alvarado, E., Ortega-Arenas, L. D., Johansen-Naime, R. M., González-Hernández, H., Lomelí-Flores, R., Santillán-Galicia, M., & Ochoa-Martínez, D. L. (2017). Diversidad de tisanópteros en crisantemo [*Dendranthema grandiflorum* (Ramat.) Kitamura] var. Harman en Texcoco, estado de México. *Acta zoológica mexicana*, 33(1), 1-8.
- Matteson, N. A., & Terry, L. I. (1992). Response to color by male and female *Frankliniella occidentalis* during swarming and non-swarming behavior. *Entomologia experimentalis et applicata*, 63(2), 187-201.
- Moritz, B., Triapitsyn, S., y Subramanian, S. (04 de 06 de 2013). PEST THRIPS OF EAST AFRICA - Identification and information tools. Obtenido de QAAFI Biological Information Technology (QBIT),(APLICACION WEB).
- Mound, L., y Kibby, G. (1998). *Thysanoptera an identification guide*. London: CSIRO entomology.

- Quijano, M., y Velazquez, N. (2017). Incidence of Tomato spotted wilt virus (TSWV) in associated weeds to chrysanthemum crops in San Nicolas Valley, Antioquia. *Bionatura* , 5-16.
- Rodríguez, E., & Vázquez, L. L. (2000). Comparación de trampas de diferentes colores en la captura de *Thrips tabaci* Lindeman (Thysanoptera: Thripidae) en el cultivo de cebollino (*Allium schoenoprasum* Lin.). *Fitosanidad*, 4(3-4), 37-39.
- Salas, J., & Mendoza, O. (1996). Trampas adhesivas de diferentes colores en la atracción y captura de *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera: Thripidae) en pimentón. *Bol. Entomol. Venez. NS*, 11(2), 185-189.
- Sierra, J. (2017). Seminis. Recuperado de: <https://www.seminis.mx/blog-queson-los-trips-y-como-manejarlos/>
- Vernon, R. S., & Gillespie, D. R. (1990). Spectral responsiveness of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) determined by trap catches in greenhouses. *Environmental Entomology*, 19(5), 1229-1241.
- Yudin, L. S., Mitchell, W. C., y Cho, J. J. (1987). Color preference of thrips (Thysanoptera: Thripidae) with reference to aphids (Homoptera: Aphididae) and leafminers in Hawaiian lettuce farms. *Journal of Economic Entomology*, 80(1). 51-55.



Distribución espacial de trips

(Insecta: thysanoptera)
en un cultivo comercial de
crisantemo
en el Oriente antioqueño

Carlos Eduardo Giraldo

Ingeniero Agrónomo. M. Sc. Biología. Ph. D. Biología. Grupo de Investigación de Sanidad Vegetal. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Profesor asociado Universidad Católica de Oriente. Sector 3, Cra. 46 N°. 40B-50, Rionegro, Antioquia-Colombia (1 Autor de correspondencia).

csanchez@uco.edu.co, cegiral0@gmail.com.

ORCID: 0000-0001-6651-3819.

Samir Julián Calvo

Zootecnista. Ph. D. Biología. Grupo de Investigación de Agronomía y Zootecnia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Profesor asociado Universidad Católica de Oriente. Sector 3, Cra. 46 N°. 40B-50, Rionegro, Antioquia-Colombia.

sjcalvo@uco.edu.co.

ORCID: 0000-0003-3400-5208.

Juliana Ruiz Echeverry

Agrónoma. Universidad Católica de Oriente. Sector 3, Cra. 46 N°. 40B-50, Rionegro, Antioquia-Colombia.

julirui10.jr@gmail.com.

Distribución espacial de trips

**(Insecta: thysanoptera)
en un cultivo comercial de crisantemo
en el Oriente antioqueño**

Aunque los trips se constituyen como una de las plagas más importantes durante la producción y exportación de crisantemo, no se han realizado estudios en los que se determine el comportamiento y la capacidad de distribución de dichos insectos en condiciones normales de cultivo. Esto imposibilita la existencia de métodos claros de monitoreo que permitan la toma de decisiones para su control y manejo, lo que podría implicar la falta de regulación de aplicaciones de agroquímicos de manera indiscriminada al medio ambiente, así como el incremento en costos de producción.

Los trips en crisantemo se monitorean directamente sobre las hojas terminales de las plantas y, de manera indirecta, usando láminas de acrílico azules y amarillas con pegante adhesivo, dispuestas en algunas naves del invernadero, semejante a la forma en que se realiza en otros cultivos como el de pimentón (Carrizo, 2008). El monitoreo directo es eficaz en la identificación de incidencia de la plaga en los cultivos; pese a ello, su costo es elevado, por lo cual se hace poco eficiente. Algunos esfuerzos recientes han evaluado la relación entre ambos métodos de monitoreo y han sugerido que el seguimiento indirecto

podría ser suficiente para estudiar la dinámica de la población (Mejía et al., 2018). Sin embargo, muchos otros aspectos quedan aún sin respuesta, como la distribución de las trampas en las naves y los esfuerzos mínimos de monitoreo requeridos. Estos factores son básicos para entender a las poblaciones de trips, ya que permitirían identificar los patrones de distribución en los cultivos y, por tanto, la implementación y evaluación de las medidas de control empleadas.

A la fecha, se ha sugerido que la distribución espacial de las poblaciones en estado natural obedece a uno de tres modelos: aleatorio, uniforme o agregado. Cada tipo de distribución generalmente es influenciado por factores ambientales, disponibilidad de alimento, competencia o condiciones físicas desfavorables, entre otros que determinan la ausencia o presencia de una especie (Flint, 2012). Si la distribución es aleatoria y la presencia de un individuo no afecta la presencia de otro, existe una probabilidad uniforme de que un individuo ocupe cualquier lugar en el espacio. Las muestras de este tipo, generalmente seleccionando pequeños cuadrados y la distribución del número de individuos por cuadrado, seguirán una distribución de tipo Poisson, cuya principal característica es que la media es igual a la varianza. Por lo tanto, el cociente $\text{varianza}/\text{media} = 1$, y se calcula como: $(n = 100 s^2)/x^{(-2)}$. El patrón espacial agregado es consistente con la distribución probabilística binomial negativa, donde la razón $\text{varianza}/\text{media}$ es mayor a 1, ya que las muestras pueden caer en zonas con alta o nula densidad de individuos y la varianza será muy grande. El número de muestras se calcula como: $k = x^2/(s^2 - x^2)$, donde k es el parámetro de dispersión de la distribución binomial negativa, que se estima a través de la media y varianza muestrales; cuanto menor es k mayor es el grado de agrupamiento de los individuos y viceversa. El patrón espacial uniforme muestra una relación $\text{varianza}/\text{media}$ menor a 1, ya que, al estar distribuidos regularmente, la varianza será mucho menor; este patrón espacial se describe con una distribución probabilística binomial positiva (Martella et al., 2012). Lamentablemente, en Colombia no se reportan estudios que permitan conocer cómo se distribuyen los trips en condiciones comerciales en los cultivos de crisantemo. Estudiar este aspecto podría generar fundamentos técnicos para implementar controles no generalizados y permitir evaluaciones de la efectividad de las medidas empleadas de manera mucho más precisa.

Así pues, este trabajo tuvo como objetivos: 1) evaluar la distribución espacial de los trips durante un ciclo completo de crisantemo en un cultivo comercial-para identificar cuál es el modelo espacial que mejor explica su distribución, en condiciones normales de producción; 2) estimar la variación de la distribución en el tiempo para un ciclo productivo completo; 3) evaluar el efecto de la edad de las plantas, la posición y la variedad sobre la captura de trips.

Materiales y métodos

Localización

El ensayo se realizó en un cultivo comercial de crisantemo, ubicado en el municipio de Marinilla en el Oriente antioqueño, vereda Belén abajo, con coordenadas geográficas 6°11'06,1"N 75°21'22,2"W, con una elevación de 2.090 m s. n. m., a 20°C de temperatura promedio y una humedad relativa del 80%. La recolección de muestras se realizó entre los meses de febrero y junio del año 2018. Durante el muestreo el clima predominante fue seco, con lluvias esporádicas en el mes de mayo.

Muestreo de trips

Se seleccionaron seis camas de crisantemo de 1,35 m de ancho por 38 m de largo, con variedades susceptibles al ataque de trips, en las que se dispusieron 36 trampas de 10 x10 cm, de color azul por una de sus caras (458 nm; 14,56% reflectancia) (Mejía et al., 2018) sobre el cual se impregnó pegante comercial. Las trampas fueron espaciadas 6,33 m entre sí en una configuración cuadrada (Figura 11) y ubicadas a 7 cm de altura de las plantas; también se leyeron semanalmente registrando el número total de trips capturados por trampa. Posteriormente, las trampas se limpiaron con un removedor orgánico y fueron impregnadas de nuevo con el pegante comercial por el lado azul para ubicarlas otra vez en el cultivo. Los conteos de trips fueron realizados en campo con ayuda de lentes de 30x de magnificación. Los datos de captura fueron depositados en hojas de cálculo incluyendo la información referente al conteo, la posición de la trampa en el campo, la variedad de las plantas y la semana de evaluación. El ensayo se llevó a cabo durante un ciclo completo del cultivo de diez semanas comenzando una semana después del trasplante.

Figura 11. Esquema de disposición semanal de trampas de captura de trips sobre plantas de crisantemo



Análisis de datos y distribución espacial

La diferencia en la atracción entre sitios se evaluó como la abundancia de trips por posición, por semana y como la captura media por sitio para todo el ciclo. De igual manera, se comparó la captura entre semanas y entre variedades (captura de las trampas sobre variedades diferentes).

El análisis espacial se realizó mediante conteos cuadráticos, en los cuales se calculan estadísticos sobre la distribución de puntos en cuadrículas. Dicho modelo asume sitios en cuadrículas de igual tamaño (de orden arbitrario) y para un patrón de puntos aleatorio se espera que los datos sigan una distribución de Poisson. Los valores obtenidos fueron analizados bajo el índice de Morisita (1959), con el fin de encontrar el tipo de distribución espacial de la plaga. El índice se calculó mediante la fórmula:

$$I\varsigma = n \frac{\sum x^2 - \sum x}{(\sum x)^2 - \sum x}$$

Donde: *n* es el número de unidades de muestreo (cuadros) y *x* el número de individuos encontrados en la unidad de muestreo; la distribución se interpreta según el índice de Morisita (*I*_ϕ), como se indica a continuación:

$I_{\zeta} = 1$, aleatoria

$I_{\zeta} < 1$, uniforme

$I_{\zeta} > 1$, agregada

La evaluación de significancia se realizó acorde a Morisita (1959) con un estadístico F , con $n - 1$ grados de libertad calculado como:

$$F_0 = \frac{I_{\zeta}(\sum x - 1) + n - \sum x}{n - 1}$$

Finalmente, los datos de captura semanal fueron analizados usando mapas de calor (Navarro et al., 2008; Solares et al., 2012; Esquivel y Jasso, 2014) que se ponderaron con el valor de mayor captura para conservar la equivalencia de la temperatura de los colores en todos los gráficos; la dinámica temporal de la población por sector fue analizada mediante la construcción de GIF (*Graphics Interchange Format*), usando los gráficos semanales. De igual manera, se realizó interpolación espacial por regresión Gaussiana *Krigging*, mediante la cual se seleccionó el modelo del semiovariograma optimizado, que selecciona el modelo con los menores valores de los cuadrados medios del error; el algoritmo calcula el valor en un lugar no muestreado usando los valores de los vecinos más cercanos, cuyas ponderaciones son dependientes de las áreas y las capturas, en lugar de las distancias. Todos los análisis espaciales fueron implementados en el programa PAST 4.09 (Hammer, 2001).

Para detectar efectos temporales y espaciales sobre la captura de trips, se ajustó un modelo lineal generalizado (GLM):

$$Y_{ij} = \beta_0 + \alpha_j + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \varepsilon_{ij}$$

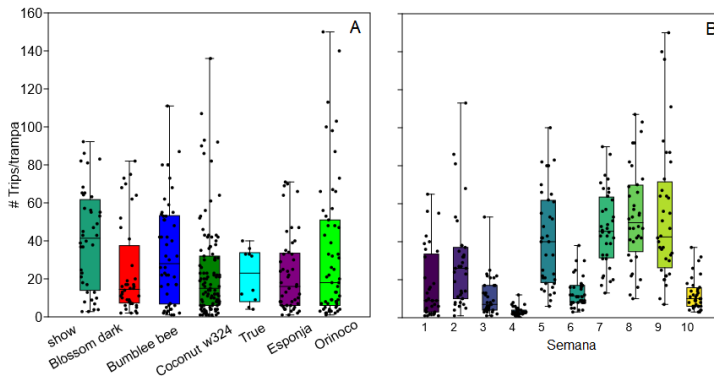
Donde Y_{ijk} es la variable respuesta conteo de trips, β_0 es el intercepto, α_j es el efecto del factor variedad, β_1 y β_2 son los regresores lineales para las covariables semanas de muestreo (X_1) y posición espacial de la trampa (X_2), finalmente, ε_{ij} es el error asociado a cada muestra. Con el fin ajustar el GLM se compararon diferentes funciones de enlace, para las distribuciones Gaussiana y Poisson usando los criterios de información de Akaike y el Criterio de Información Bayesiano (BIC); estos criterios son descritos como: $AIC = -2\ln L + 2K$ (Akaike, 1974); $BIC = -2\ln L + K \ln N$ (Schwarz, 1978).

Los análisis inferenciales y la comparación de los GLM se realizaron usando el software R Project versión 4.0.2 (R Development Core Team, 2021).

Resultados

En total se capturaron 10.091 individuos de trips en las 355 trampas dispuestas de manera efectiva, durante las diez semanas del experimento; tres de las trampas se desprendieron y otras dos se contaminaron con suelo, por lo cual su captura no fue registrada en los conteos finales. Se presentó un único evento sin captura en la semana cuatro, sobre plantas de la variedad Coconut w324, en la posición 23; por otro lado, el máximo evento de captura (150 individuos) se presentó en la posición 34 de la semana nueve, sobre plantas de la variedad Orinoco. Así, la media de captura por trampa fue de $28,43 \pm 27,48$. La semana cuatro fue la de menor captura en todas las posiciones y variedades, con un total de 124 individuos capturados y una media de $3,44 (\pm 2.40; n = 36)$; mientras que la semana nueve fue la de mayor captura con 1.955 individuos y una media de $54,31 (\pm 36,62; n = 36)$ (Figura 12).

Figura 12. Comparación de capturas de trips por trampa entre variedades (A) y semanas (B)



Nota: la barra horizontal en las cajas ubica la *mediana* y, el extremo inferior y superior, los cuartiles 25 y 75, respectivamente. Los bigotes denotan las observaciones máximas y mínimas.

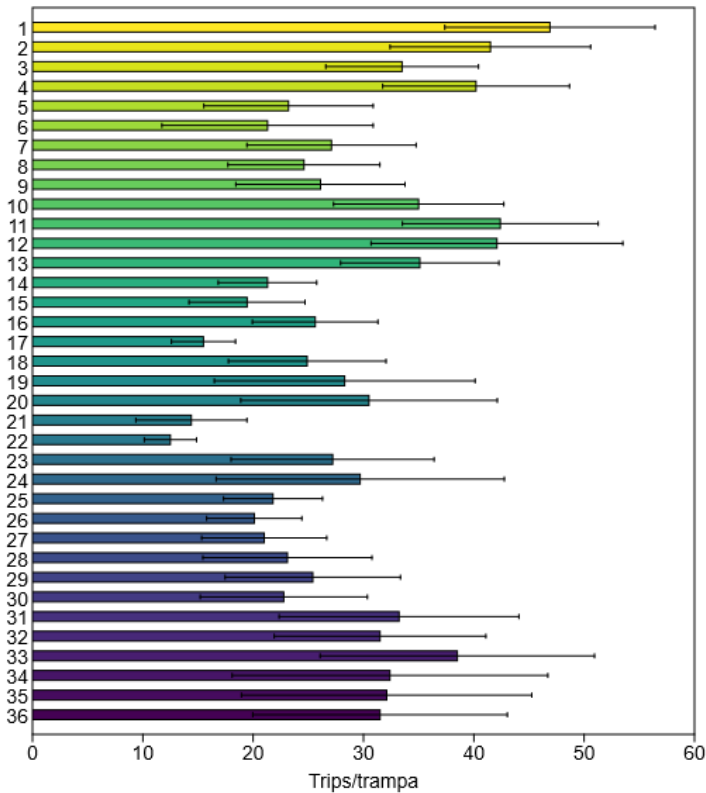
Distribución espacial

La incidencia de los trips en las trampas fue del 99,72%, lo que indica presencia en toda el área evaluada (1.444 m^2) durante el ciclo completo del cultivo.

La posición con más capturas fue la número uno con 469 individuos ($46,90 \pm 30,116$; [min 3 – max 90]; $n = 10$), a su vez, la de menor captura fue la posición 22 con 125 individuos ($12,55 \pm 7,502$; [min 3 – max 23]; $n=10$) (Figura 13).

El análisis espacial refleja una distribución agregada, tanto para el total del ciclo ($I\zeta = 1,897$; $F = 26,5646$; $p = 0,0001$) como para cada una de las semanas del cultivo (Tabla 5).

Figura 13. Comparación de capturas de trips entre posiciones



Nota: la barra horizontal en color denota la media de captura por posición y los bigotes el error estándar.

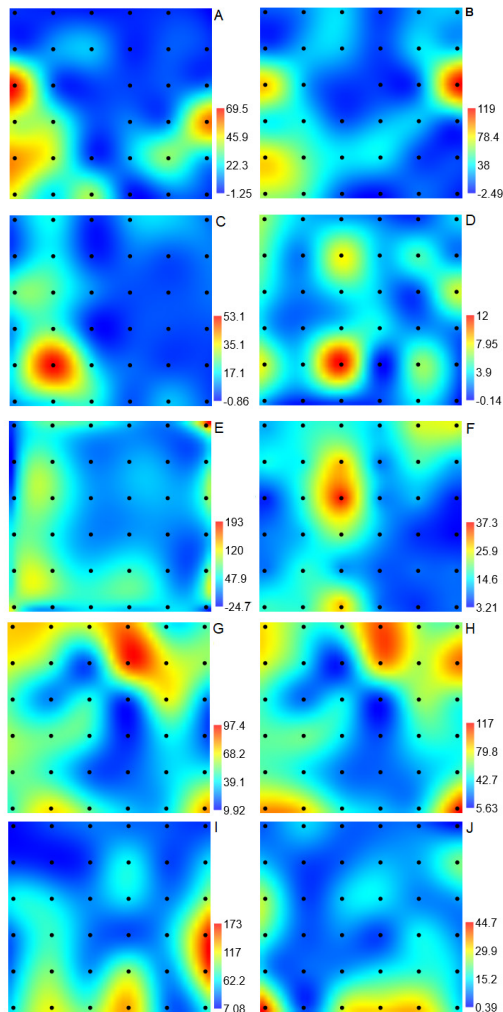
Finalmente, tanto los gráficos de interpolación espacial (Figura 14) como los mapas de calor ponderados a la captura máxima (Figura 15), mostraron patrones de distribución agregada que variaron su posición en el tiempo, lo que sugiere que no existe una asociación espacial de los trips a algún sector particular del área evaluada, en el ciclo completo o por semanas.

Tabla 5. Estimación del modelo de distribución de trips en diez semanas en un cultivo de crisantemo

Semana	$I\zeta$	F:	p	Distribución
1	2,02942	19,4974	0,0001	Agregada
2	1,71426	22,3647	0,0001	Agregada
3	1,75115	9,52774	0,0001	Agregada
4	1,18961	1,66636	0,0086	Agregada
5	1,34722	15,7023	0,0001	Agregada
6	1,27317	4,81656	0,0001	Agregada
7	1,15306	8,39514	0,0001	Agregada
8	1,20966	12,5015	0,0001	Agregada
9	1,42429	24,6876	0,0001	Agregada
10	1,37929	5,81156	0,0001	Agregada
Ciclo	1,89692	26,5646	0,0001	Agregada

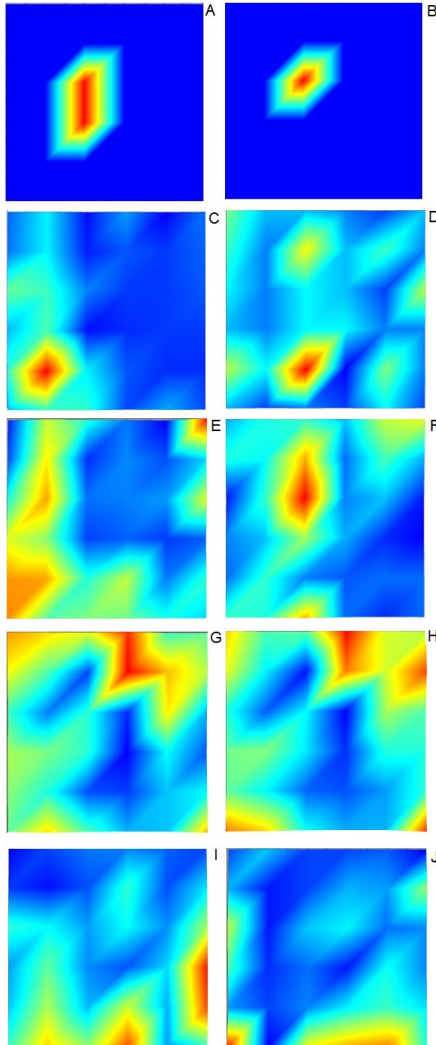
Nota: los valores del índice de Morisita ($I\zeta$) mayores a 1 sugieren patrones de distribución agregados.

Figura 14. Modelos de interpolación espacial por regresión Gausianna «Kriging»



Nota: las escalas laterales de color denotan la captura media estimada por trampa y los puntos negros la ubicación espacial de las mismas. Las semanas (1-10) están indicadas por las letras A – J, respectivamente.

Figura 15. Mapas de calor (superficie de respuesta) ponderados por captura



Nota: la temperatura de los colores denota la abundancia relativa de trips, que toma como referencia la captura máxima (150 individuos por trampa en una semana). Las semanas (1-10) están indicadas por las letras A – J, respectivamente.

Al comparar diferentes funciones de enlace para las distribuciones Gaussiana y Poisson hacia el GLM, se seleccionó el modelo Gaussiano con una función de enlace por defecto Identidad, dados sus menores valores de AIC (3326,155) y BIC (3364,876). Los valores de evaluación de los demás modelos se presentan en la Tabla 6.

Tabla 6. Mejores modelos para evaluar el efecto temporal y espacial sobre el conteo de trips, en un cultivo comercial de crisantemo en el Oriente antioqueño

Distribución	Función de enlace	AIC*	BIC**
Gaussiano	Identidad	3326,155	3364,876
	Logarítmica	N/A	N/A
	Inversa	N/A	N/A
	Logarítmica	8910,311	8945,160
Poisson	Raíz cuadrada	8796,941	8831,790
	Identidad	N/A	N/A

Nota: *AIC = Criterio de Información de Akaike; **BIC = Criterio de Información Bayesiano.

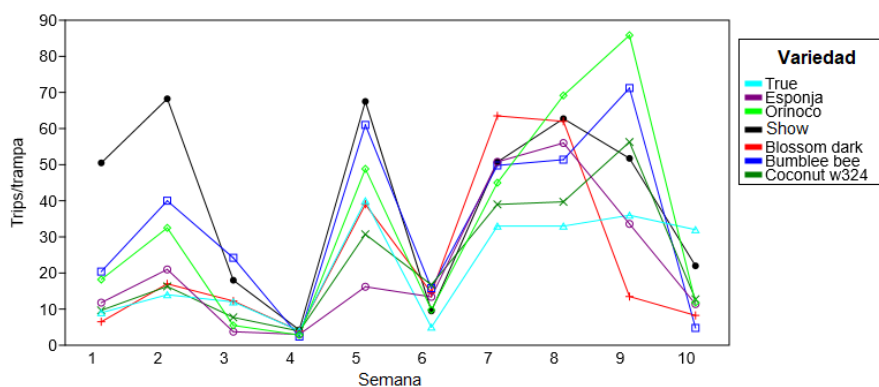
Los resultados obtenidos para el modelo lineal generalizado, evidencian un efecto altamente significativo de la semana de muestreo sobre el conteo de trips ($p = 0,0000000255$), igualmente, revelan una estimación significativa y positiva de la variedad Show ($p = 0,0494$), lo que indica una mayor atracción de las trampas ubicadas sobre dicha variedad; las demás estimaciones fueron no significativas (ns) (Tabla 7). El comportamiento de la captura en el tiempo para cada una de las variedades denota patrones similares con declives marcados en las semanas 3, 4 y 6 (Figura 16).

Tabla 7. Efectos promedio de los factores temporales y espaciales sobre el conteo de trips, medidos en un cultivo comercial de crisantemo en el Oriente antioqueño

Factor	Estimación	Error estándar	Valor t	P-value
Intercepto	15,984	7,0686	2,261	0,0244*
Semana de muestreo	2,7371	0,4801	5,701	0,0000000255***
Variedad Bumblee bee	7,1277	5,8852	1,211	0,2267 (ns)
Variedad Coconut w324	-3.6155	5,2251	-0,692	0,4894 (ns)
Variedad Esponja	-3,6779	5,686	-0,647	0,5182 (ns)
Variedad Orinoco	6,3497	5,623	1,129	0,2596 (ns)
Variedad Show	12,6634	6,4221	1,972	0,0494*
Variedad True	-7,9675	10,0559	-0,792	0,4287 (ns)
Distancia espacial	-0,2118	0,1567	-1,351	0,1775 (ns)

Nota: ns = estimación no significativa; * = estimación significativa; *** = estimación altamente significativa.

Figura 16. Comportamiento de la captura en el tiempo para cada una de las variedades evaluadas



Discusión

La estimación de la distribución espacial de las plagas permite identificar focos y tomar acciones de control no generalizadas en los cultivos. No obstante, las prácticas de manejo con moléculas de síntesis química, en los sistemas productivos de crisantemos en Antioquia, siguen patrones generalizados en los bloques en los que se realizan; en la mayoría de los casos, de forma periódica o «calendario». Para muchos técnicos del sector la distribución de los trips se concentra en los bordes de los bloques del cultivo, lo que motiva, por ejemplo, la instalación de cintas perimetrales de captura. Sin embargo, estas acciones se casan en observaciones rara vez soportadas con datos.

Los resultados aquí presentados sugieren un patrón de distribución poblacional agregado, dinámico en el tiempo, que no necesariamente se relaciona con el borde de los bloques o los caminos centrales en el cultivo. Asimismo, refuerzan la idea de que la edad de las plantas es la variable que influye, en mayor medida, sobre la dinámica de la población y su distribución espacial. Lo anterior concuerda con la idea de que la distribución de los trips en los agroecosistemas depende de la abundancia y los patrones de distribución de sus diferentes plantas hospederas en el espacio y el tiempo (Ananthakrishnan, 1993).

El patrón de distribución agregado para los trips en producciones bajo invernadero, parece ser un común denominador en diferentes regiones del mundo, incluyendo especies presentes en los cultivos de crisantemo en la región del Oriente antioqueño como *F. occidentalis* (Steiner, 1990; Shipp y Zariffa, 1991; Cho et al., 1998). No obstante, este comportamiento también se ha encontrado en poblaciones de otras especies, en cultivos a campo abierto y a escalas regionales (Arévalo y Liburd, 2014; Kumar et al., 2014); al parecer, dicha agregación se debe a la baja capacidad de dispersión de los adultos (Flint, 2012).

Debe resaltarse que los *hot-spots* poblacionales o de agregación descritos en los trabajos anteriores, usan los valores de abundancia detectados por diferentes métodos; incluso en los cultivos de arándano, Arévalo y Liburd (2014) propusieron un nuevo método (*shake and rinse*), mediante el cual obtuvieron valores de captura similares a otros procedimientos, pero en un 12% del

tiempo utilizado. En todos los casos, al igual que en este trabajo, el método empleado busca obtener valores de abundancia para proceder en el análisis geoespacial. Lamentablemente, para la mayoría de cultivos de crisantemo del país, la gestión de los datos procedentes del monitoreo en campo, convierte las abundancias en variables cualitativas de severidad, que no permiten estimar las distribuciones más allá de la incidencia, ni el efecto de los métodos de control sobre las poblacionales para un sitio particular.

Lo anterior denota la necesidad de ajustar las rutinas de procesamiento y los análisis de datos de las poblaciones de trips, tanto para los monitoreos directos como indirectos, máxime cuando en muchos de los predios se hacen grandes inversiones en monitoreo y aplicaciones web para el procesamiento de datos. Por esta razón, se espera que el análisis espacial de las poblaciones de trips permita, a futuro, la detección de focos e implementación de medidas de manejo puntuales.

El panorama sobre otras plagas de importancia cuarentenaria en los cultivos de crisantemo, tales como minadores, ácaros y lepidópteros, no parece ser muy diferente al expuesto en el análisis de distribución espacial de los trips. Esto traza una línea futura, a fin de continuar el estudio de los patrones de distribución espacial de las diferentes especies en campo y, a la vez, profundizar en la evaluación de las medidas de manejo en el ámbito local.

Conclusión

Para las condiciones de cultivo evaluadas, los trips se distribuyeron de manera agregada durante todo el ciclo de producción, sin embargo, los focos de agregación no fueron constantes en el tiempo y variaron su distribución en el espacio. Así pues, más que la posición o la variedad, la edad de las plantas tuvo un efecto significativo sobre la población de los trips en el cultivo.

Referencias

- Ananthkrishnan, T. N. (1993). Bionomics of thrips. *Annual Review of Entomology*, 38(1), 71-92.
- Akaike, H. (1974). A new look at the statistical model identification. In *Selected Papers of Hirotugu Akaike* (pp. 215–222). Springer.

- Arévalo, H. A., & Liburd, O. E. (2014). Horizontal and vertical distribution of flower thrips in southern highbush and rabbiteye blueberry plantings, with notes on a new sampling method for thrips inside blueberry flowers. *Journal of Economic Entomology*, 100(5), 1622-1632.
- Carrizo, P. (2008). Efecto del tamaño de trampas adhesivas amarillas para el muestreo de *Frankliniella occidentalis* en pimiento (*Capsicum annum*) en invernadero. *Ciencia e investigación agraria*, 35(2), 191-197.
- Cho, K., Kang, S. H., & Lee, J. O. (1998). Spatial distribution of thrips in greenhouse cucumber and development of a fixed-precision sampling plan for estimating population density. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 1(2), 163-170.
- Esquivel Higuera, V., & Jasso García, Y. (2014). Distribución espacial y mapeo de gusano soldado en seis localidades del Estado de México, en el año 2011. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 5(6), 923-935.
- Flint, M. L. (2012). *IPM in practice: principles and methods of integrated pest management* (Vol. 3418). University of California Agriculture and Natural Resources.
- Hammer, Ø., Harper, D. A., & Ryan, P. D. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia electronica*, 4(1), 9.
- Kumar, V., Kakkar, G., Seal, D. R., McKenzie, C. L., Colee, J., & Osborne, L. S. (2014). Temporal and spatial distribution of an invasive thrips species *Scirtothrips dorsalis* (Thysanoptera: Thripidae). *Crop Protection*, 55, 80-90.
- Martella, M. B., Trumper, E., Bellis, L. M., Renison, D., Giordano, P. F., Bazzano, G., & Gleiser, R. M. (2012). *Manual de Ecología. Poblaciones: Introducción a las técnicas para el estudio de las poblaciones silvestres. Reduca (Biología)*, 5(1)..
- Mejía, C.; Ospina, L.; Palacio M.; Calvo, S.; Giraldo, C. (2018). Relación entre método directo e indirecto de monitoreo de trips (Insecta: Thysanoptera) en un cultivo comercial de crisantemo *Dendranthema* (dc.)Des Moul (Asterácea) del Oriente Antioqueño. *Metroflor*, (84), 74.
- Morisita, M. (1959). Measuring of the dispersion of individuals and analysis of the distributional patterns. *Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ., Ser. E (Biol.)*, 2, 215-235.

- Navarro, C., Pastor, M. T., Ferragut, F., & García-Mari, F. (2008). Trips (Thysanoptera) asociados a parcelas de cítricos en la Comunidad Valenciana: abundancia, evolución estacional y distribución espacial. *Boletín de Sanidad Vegetal de Plagas*, 34, 53-64.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM (2021). R: a language and environment for statistical computing. Version 4.0.2. Vienna: R Foundation for Statistical Computing.
- Schwarz, G. (1978). Estimating the dimension of a model *The Annals of Statistics* 6 (2), 461–464. URL: [http://dx. doi. org/10.1214/aos/1176344136](http://dx.doi.org/10.1214/aos/1176344136).
- Shipp, J. L., & Zariffa, N. (1991). Spatial patterns of and sampling methods for western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) on greenhouse sweet pepper. *The Canadian Entomologist*, 123(5), 989-1000.
- Solares Alonso, V. M., Ramírez Dávila, J. F., & Sánchez Pale, J. R. (2012). Distribución espacial de trips (Insecta: Thysanoptera) en el cultivo de aguacate (*Persea americana* Mill.). *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle*, 12(2), 1-12.
- Steiner, M. Y. (1990). Determining population characteristics and sampling procedures for the western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) and the predatory mite *Amblyseius cucumeris* (Acari: Phytoseiidae) on greenhouse cucumber. *Environmental Entomology*, 19(5), 1605-1613.



Asociación del estado fenológico de las plantas de crisantemo

Dendranthema (DC) DES MOUL
(Asteraceae)
y la dinámica poblacional de trips
(Insecta: Thysanoptera),
en cultivos comerciales del Oriente
antioqueño

Beatriz Eugenia López Silva

Ingeniera Agrónoma. M. Sc. Sanidad Vegetal.
belopezs@hotmail.com.

Carlos Eduardo Giraldo Sánchez

Ingeniero Agrónomo. M. Sc. Biología. Ph. D. Biología. Grupo de Investigación de Sanidad Vegetal. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Profesor asociado Universidad Católica de Oriente. Sector 3, Cra. 46 N°. 40B-50, Rionegro, Antioquia-Colombia (1 Autor de correspondencia).
csanchez@uco.edu.co, cegiral0@gmail.com.
ORCID: 0000-0001-6651-3819.

Leopoldo Ospina Arbeláez

Agrónomo. Universidad Católica de Oriente. Sector 3, Cra. 46 N°. 40B-50, Rionegro, Antioquia-Colombia.
leospinarbelaez@gmail.com.
ORCID: 0000-0001-9980-3740.

Samir Julián Calvo Cardona

Zootecnista. Ph.D. Biología. Grupo de Investigación de Agronomía y Zootecnia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Profesor asociado Universidad Católica de Oriente. Sector 3, Cra. 46 N°. 40B-50, Rionegro, Antioquia-Colombia.
sjcalvo@uco.edu.co.
ORCID: 0000-0003-3400-5208.

Asociación del estado fenológico de las plantas de Crisantemo

***Dendranthema* (DC) DES MOUL (Asteraceae)
y la dinámica poblacional de trips
(Insecta: Thysanoptera),
en cultivos comerciales del Oriente antioqueño**

En la actualidad, los monitoreos de trips en cultivos comerciales se realizan de manera directa e indirecta. Los indirectos se efectúan mediante el conteo de los adultos en las trampas de colores impregnadas con pega, por otra parte, el monitoreo directo implica la inspección física de las terminales de las plantas y la realización de conteos, tanto de adultos como de estados inmaduros (Cloyd, 2009). Sin embargo, aunque ambos métodos permiten identificar la presencia de la población, algunos registros previos (Ospina et al. *En prep.*) sugieren que dichos procedimientos no están lo suficientemente ajustados para evaluar las dinámicas poblacionales al interior de los bloques del cultivo, por tanto, no es posible valorar la eficiencia de las medidas de control implementadas. Los trips concentran su actividad alimentaria en los brotes y las flores, debido a que son fuentes de alimento necesario para su reproducción (Chaisuekul y Riley, 2005; Hulshof y Vanninen, 2002; Loera-Alvarado et al., 2017; Rhainds et al., 2007); de esta manera, ellos pueden encontrar plantas en diferentes etapas de desarrollo en los cultivos de crisantemo y así satisfacer sus requerimientos alimenticios en todo momento (Mejía et al., 2018). En consecuencia, se dificulta la identificación de focos de alimentación y el estudio de la dinámica de sus poblaciones.

La dinámica poblacional estudia las fluctuaciones de las comunidades biológicas en el tiempo y el espacio, asimismo analiza los factores y mecanismos que regulan dichas fluctuaciones, que incluyen tanto componentes bióticos como abióticos (Begon et al., 2006). Particularmente, entender la dinámica de las poblaciones plaga es indispensable para la implementación de programas de Manejo Integrado de las Plagas (MIP), mediante los cuales la determinación de la abundancia se calcula a través de muestreos que permiten estimar la densidad poblacional expresada como número de individuos por unidad de superficie y se puede interpretar por medio de modelos matemáticos (Robb y Parrella, 1995; Weiss et al., 2009; Sampson, 2018). Los ciclos de vida son uno de los factores biológicos que inciden en la dinámica poblacional de los insectos plaga; estos, a su vez, se afectan por elementos abióticos como la temperatura, igualmente por factores bióticos como el contenido nutricional de las plantas huéspedes y las interacciones presentes entre distintos factores (Vargas y Rodríguez, 2008). Así pues, la fenología de las plantas podría influir sobre las dinámicas poblacionales de sus plagas, como sucede con los trips en diversos cultivos. Por ejemplo, los insectos plaga pueden ser atraídos a elevadas concentraciones de algunos elementos en las plantas (Kawai y Kitamura, 1987; Minkenberg y Fredrix, 1989; Bentz y Larew, 1992). De la misma forma, la fertilización podría manipularse para aumentar la eficacia de los agentes de control biológico (Emden y Wearing, 1965).

Hay varios factores que inciden en la reproducción de los trips, como son: la irrigación, los altos contenidos de nutrientes, el fotoperiodo y la presencia de plantas hospederas (Mattson, 1980; White, 1984; Larsson, 1989; Sites y Chambers, 1990; Brødsgaard, 1994a; Tsai et al., 1995; Busch y Phelan, 1999; Jansson y Ekbohm, 2002; Scheirs y De Bruyn, 2004; Chaisuekul y Riley, 2005; Chau y Heinz, 2006; Grothendieck, 2013; Waring y Cobb, 2017). Sin embargo, la temperatura es considerada el factor abiótico que más interviene en la relación planta-insecto, ya que al ser organismos ectotermos, una variación en sus rangos máximos o mínimos afecta su metabolismo y el de la planta, influyendo en la alimentación al igual que en el procesamiento de energía y, por tanto, en el crecimiento y la reproducción (Taylor et al., 2018).

Aunque existe una amplia documentación sobre la atracción de dichos insectos a las flores para distintos cultivos y la fenología de los mismos (Chyzik y Klein,

1995; Schmidt, 1998; Roditakis et al., 2001; Blumthal et al., 2005; Messelink, et al., 2006; Webster et al., 2007; Nyasani et al., 2015), trabajos en crisantemo sugieren que las dinámicas poblacionales de los trips, parecen seguir un patrón marcado por un pico poblacional antes de la aparición del botón floral y, un posterior descenso, cuando las plantas alcanzan floración (Cárdenas y Corredor, 1989a; Mejía et al., 2018; Ospina et al., en prep), igualmente, se ha sugerido que no todas las variedades de crisantemo tienen la misma susceptibilidad a la plaga (De Jager, 1995; Schuch, 1998; Van Dijken, 1994); sin embargo, esta relación ha sido poco documentada. Lo anterior contradice los reportes previos y el sentir de técnicos y productores, pero de ser así, el efecto de las medidas de control realizadas en los cultivos estaría enmascarado por la fluctuación poblacional de los trips y la fenología de las plantas. Por tanto, es necesario profundizar en el estudio de la relación entre la fenología de las plantas de crisantemo, en condiciones comerciales, y sus efectos sobre las poblaciones de trips.

Así pues, el objetivo de este trabajo fue evaluar la relación entre la fluctuación poblacional de los trips y la fenología de cinco variedades de crisantemo en producción comercial, comparando las poblaciones bajo modelos fenológicos distintos, plantas madre (estado vegetativo) y cultivo comercial (fenología completa), asimismo, las capturas asociadas a factores como el tipo y color de la flor, variedades y predios de producción.

Materiales y métodos

Localización

El trabajo se realizó en 3 cultivos comerciales de crisantemo del Oriente antioqueño. El primero de los predios está ubicado en el municipio de La Ceja ($6^{\circ} 01' 44''$ N; $75^{\circ} 24' 09''$ O), a 2.200 m s. n. m., con una media de 17°C de temperatura y 2.314 mm anuales de precipitación promedio (en adelante, predio 1). El segundo se ubica en Rionegro ($6^{\circ} 11' 28''$ N; $75^{\circ} 21' 19''$ O), a 2 109 m s. n. m., con temperatura media de $17,4^{\circ}\text{C}$ y 2 272 mm anuales de precipitación (en adelante, predio 2). El tercero está ubicado en Marinilla ($6^{\circ} 10' 59''$ N; $75^{\circ} 21' 21''$ O), con elevación de 2. 120 m s. n. m., temperatura media de 16°C y 2. 244 mm de precipitación anual (en adelante, predio 3). En los predios uno y dos se realizaron experimentos en camas destinadas a flor comercial; en el predio 3 se efectuaron experimentos en camas de plantas madre, de tres a once semanas de edad.

Variación poblacional de trips relacionada con la fenología de las plantas

Se seleccionaron tres bloques de cultivo comercial y uno de plantas madre. En cada uno de los bloques se ubicaron cuatro camas (1,35 m de ancho por 38 m de largo) sembradas con variedades de pompón, contrastantes en susceptibilidad (altamente susceptible y poco susceptible, según datos históricos de los predios). Los materiales susceptibles fueron pompón amarillo (Champagne, Yellow y Factor) y pompón púrpura (True); los materiales menos susceptibles fueron los pompones blancos (Maysi y Millenium).

En las camas se dispusieron 40 trampas de captura hechas a mano, de color azul (450 nm, 8% reflectancia, siguiendo a Ospina en prep.), de 10 por 10 cm (10 por cama) (Carrizo, 2008), debidamente marcadas por la parte posterior e impregnadas con pegante comercial. Las trampas se ubicaron a 7 cm de altura de las plantas y se elevaron semanalmente acorde al crecimiento de las mismas, con una distancia igual entre las trampas (6 m). Los conteos de trips se realizaron semanalmente en el área total de las trampas, limpiando y reemplazando el pegante después de cada lectura. Los experimentos se llevaron a cabo durante las diez semanas del ciclo productivo del cultivo, para un total de 440 trampas por experimento. De forma simultánea se realizó el estudio en los lotes de plantas madre, donde se seleccionaron tres camas de las mismas variedades estudiadas en los lotes comerciales, sobre las cuales se ubicaron tres trampas por cama para la captura de trips con las mismas características descritas anteriormente; el experimento se llevó a cabo durante diez semanas del cultivo, con un total de 99 trampas monitoreadas. Los datos se digitalizaron en hojas de cálculo, incluyendo información referente a la posición de la trampa en el campo, así como datos generales sobre la variedad sembrada en la cama, semana de evaluación, horas luz y método de control de plagas implementado durante la semana de monitoreo, incluyendo ingredientes activos de los pesticidas usados.

Caracterización fenológica del crisantemo y perfiles nutricionales

La caracterización fenológica del crisantemo se llevó a cabo en un lote comercial para el modelo de fenología completa hasta la cosecha, definiendo las etapas como formación tallo, formación botón floral y floración, mediante la escala BBCH (Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt and CHemical industry) (Meier et al., 2009). La manipulación del fotoperiodo en estos lotes para indu-

cir la floración, consistió en ocho horas de luz en las noches, con una frecuencia de 30 minutos luz y 30 minutos oscuridad durante los primeros 18 días. Para el modelo del estado vegetativo se utilizaron lotes destinados a la producción de plantas madre; estas son el material vegetal de propagación asexual, el cual se mantiene en estado vegetativo sin llegar a floración mediante la manipulación del fotoperiodo. Los ciclos del fotoperiodo son similares al descrito para plantas comerciales, pero durante un periodo continuo de 16 semanas, en el que las plantas se reemplazan por nuevos individuos de las variedades de interés.

Con el fin de evaluar los perfiles nutricionales, en ambos experimentos se tomaron 250 g de material foliar por semana a los cuales se les hizo análisis físico-químico de potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), hierro (Fe), cobre (Cu), manganeso (Mn), zinc (Zn), sodio (Na) y nitrógeno (N) en el laboratorio de análisis de suelos de la Universidad Católica de Oriente. Esta evaluación se realizó semanalmente, desde la tercera semana hasta el final del ciclo, en el modelo comercial; bajo el modelo vegetativo se efectuó cada dos semanas. Posterior a ello, se evaluó la variación nutricional en el tiempo de cada modelo fenológico.

Finalmente, se construyó una curva de crecimiento para la variedad Maysi, tomando los valores de altura (distancia del cuello al ápice) de diez plantas, cada semana, durante todo el ciclo productivo. La curva de crecimiento obtenida se comparó con la curva poblacional de los trips para el ciclo productivo.

Análisis de datos

Se elaboraron análisis exploratorios multivariados en el programa PAST versión 4.09 (Hammer et al., 2001), comparando tanto los datos provenientes de plantas madre como los de producción de flor comercial, en ambos cultivos comerciales de la zona; posteriormente, se evaluaron medidas de tendencia central y variación de los datos, incluyendo intervalos de confianza. Para la modelación de las poblaciones de trips se valoraron diferentes modelos matemáticos, en el paquete estadístico NLS2 (Grothendieck, 2013) implementado en el programa R Project versión 4.0.2 (R Development Core Team, 2021). De igual manera, se seleccionaron los modelos con mejor ajuste y de interpretación biológica más parsimoniosa. La evaluación de los modelos se realizó mediante el Criterio de Información de Akaike (AIC), el cual mide la bondad

de ajuste a partir de la máxima verosimilitud del modelo y la complejidad con base en el número de parámetros; el AIC tiende a un valor muy pequeño cuando aumenta la bondad de ajuste. Dicha medida es calculada mediante la fórmula $AICc = 2k - 2\ln L + (2k(k+1))/(n-k-1)$, donde k es el número de parámetros, n el número de puntos de datos y L la probabilidad del modelo dado para los datos; así, un valor mínimo para AIC indica el mejor ajuste (Akaike, 1974).

Resultados

Variación poblacional relacionada con la fenología de las plantas

En total se capturaron 8.864 trips durante los experimentos; 267 en trampas dispuestas en las camas en plantas madre y 8.597 en trampas ubicadas en las camas con plantas destinadas a producción de flor comercial, de los cuales 7.601 se capturaron en el predio número uno y 996 en el predio dos. El promedio de captura por trampa fue de 9,05 ($\pm 8,01$) y 2,49 ($\pm 2,37$) en los predios uno y dos, respectivamente, en las camas de flor comercial. Por otra parte, en plantas madre se capturaron 2,70 ($\pm 2,12$) trips por trampa. Asimismo, los promedios por variedades fueron 3,08 ($\pm 2,71$); 7,89 ($\pm 8,92$); 1,90 ($\pm 1,79$); 8,19 ($\pm 6,87$); y 7,89 ($\pm 6,67$) de Champagne, Factor, Maysi, Millenium y True, respectivamente (Tabla 8), con el evento de captura más alto en una trampa sobre la variedad Factor, con 51 individuos y la menor variabilidad en el tipo Maysi (Figura 18).

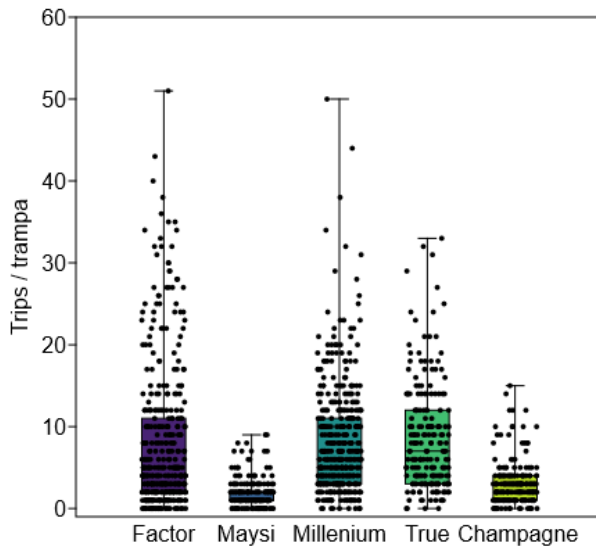
Tabla 8. Resumen de captura durante los experimentos en las diferentes variables evaluadas

Variable evaluada	Aspecto evaluado	Total trips	n	Promedio	SD
Temporal	General	8864	1339	6,6	7,23
	Predio 1	996	400	2,5	2,37
Predio	Predio 2	7601	840	9,0	8,01
	Predio 3	267	99	2,7	2,12
Fenológico	Comercial	8597	1240	6,9	7,39
	Plantas Madre	267	99	2,7	2,12

Variedad	Champagne	616	200	3,08	2,72
	Factor	3159	400	7,89	8,92
	Maysi	380	200	1,90	1,79
	Millenium	3275	400	8,19	6,87
	True	1736	220	7,89	6,67
Color (flor)	Amarillo	3159	400	7,90	8,92
	Blanco	3702	620	5,97	6,36
	Púrpura	2003	319	6,28	6,15

Nota: SD = desviación estándar; n = número de trampas.

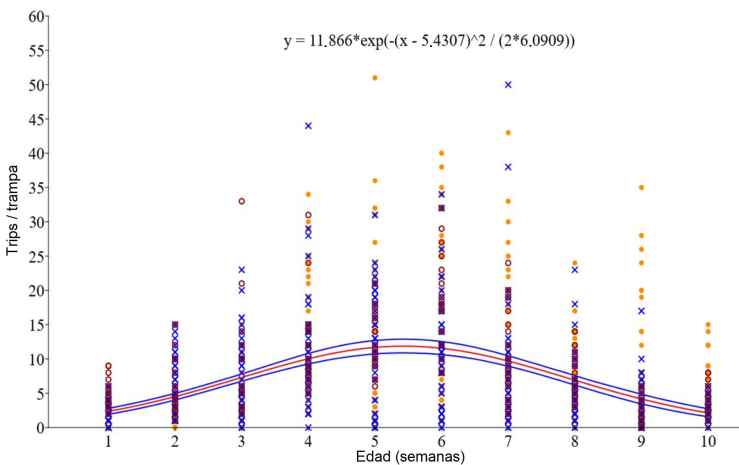
Figura 17. Diagrama de cajas y bigotes para las capturas de trips por trampa, en cinco variedades de flor, durante un ciclo productivo de crisantemo



Nota: los bigotes inferior y superior representan las trampas con la menor y mayor captura, respectivamente (rango); la línea horizontal refleja la mediana.

El modelo Gaussiano fue el de mejor ajuste a la distribución de los datos en los ciclos comerciales (Figura 18), con la ecuación $Y = 11,865e^{-(x-5,4304)^2 / (2*6,0938)}$, que permite observar un incremento de captura desde la semana cuatro hasta la semana seis. En este modelo ($Y = ae^{-(x-b)^2 / (2c^2)}$) se incluyen parámetros como la media máxima o pico poblacional (a); el tiempo al pico (b), en semanas, para el caso; y la desviación estándar, que representa la dispersión en tiempo al pico de la captura de trips (c). En tal estudio, la media de captura más alta fue de 11,86 trips/trampa (a), en la semana 5,43 (5,261-5,587) (b), con una variación de (\pm) 2,5 semanas (c). Este comportamiento se mantuvo independiente de las variables evaluadas como la variedad y el predio. El análisis individual mostró un comportamiento similar para cada una de las variables (Tabla 9).

Figura 18. Capturas de trips asociadas a la edad de las plantas de crisantemo, durante tres ciclos productivos



Nota: el punto naranja representa la variedad Factor; la equis azul, la variedad Champagne; la estrella índigo, la variedad Maisy; el triángulo verde, la variedad Millenium; y el círculo rojo oscuro, la variedad True.

Tabla 9. Evaluación de los modelos matemáticos empleados para explicar la fluctuación poblacional de los trips en campo, acorde a las variables evaluadas

Factor	Niveles	Lineal ($y=ax+b$)			Cuadrático ($y=ax^2+bx+c$)			Gaussiano $y=ae^{-(x-b)^2}/(2c^2)$						
		AIC	a	b	AIC	a	b	c	AIC	a	b	c	Intervalos confianza b	
Variables	General	67747	-0,07	7,36	55513	-0,39	4,38	-1,9	53690	11,84	5,44	2,5	5,3	5,6
	Predio	71683	0,05	7,15	59078	-0,44	4,872	-2,5	57612	12,23	5,46	2,5	5,3	5,6
	Fenológico	73864	0,04	6,86	61923	-0,41	4,576	-2,2	60560	11,61	5,45	2,5	5,3	5,6
Predio comercial	Fenológico variedad True	14311	-0,10	7,95	11453	-0,42	4,50	-1,2	11041	12,10	5,39	2,5	5,1	5,7
	Variedad	66578	0,03	6,93	55059	-0,42	4,72	-2,4	53601	11,87	5,43	2,5	5,3	5,6
	Tipo de flor	71683	0,05	7,15	59078	-0,44	4,87	-2,5	57612	12,23	5,46	2,5	5,3	5,6
Fenológico	Color de flor	66578	0,03	6,93	55059	-0,43	4,72	-2,4	53601	11,87	5,43	2,5	5,3	5,6
	1	2213	-0,11	3,09	2113	-0,07	0,66	1,6	2072	3,40	4,55	3,4	4,2	4,9
	2	55157	0,12	9,08	38402	-0,61	6,88	-4,4	36484	16,59	5,52	2,4	5,4	5,7
Variedad	Comercial	71683	0,05	7,14	59078	-0,44	4,87	-2,5	57612	12,23	5,45	2,5	5,3	5,6
	Madres	426	-0,02	2,98	417,7	-0,05	0,50	1,9	417,4	3,26	5,14	5,2	3,3	217,0
	Champagne	1453	-0,12	3,74	1345	-0,10	1,00	1,5	1303	4,40	4,69	3,1	4,3	5,1
Color	Factor	19689	0,91	7,71	12721	-0,81	9,85	-10,2	12314	21,93	6,00	2,4	5,7	6,3
	Maysi	625	-0,10	2,43	612,2	-0,04	0,31	1,6	604,2	2,44	4,19	4,1	3,6	6,3
	Millenium	20491	-0,13	9,26	13921	-0,54	5,86	-2,7	13190	14,58	5,24	2,4	5,0	5,4
Color	True	11207	-0,13	9,99	7445	-0,57	6,13	-2,5	6849	15,85	5,42	2,4	5,2	5,7
	Blanco	24673	-0,13	6,86	20309	-0,37	3,95	-1,3	19729	10,27	5,14	2,4	4,9	5,4
	Amarillo	31293	0,40	5,72	26880	-0,46	5,42	-4,3	26581	12,91	5,83	2,6	5,4	6,2
Púrpura	8658	-0,19	9,65	5688	-0,53	5,64	-2,0	5150	14,88	5,39	2,3	5,1	5,7	

Los GML (Modelo Lineal Generalizado) empleados para determinar si hay diferencia en las medias entre dos o más grupos, sugieren diferencias significativas en la mayoría de las comparaciones, resaltándose las diferencias entre predios. Igualmente los modelos biológicos de plantas madre y comercial para la variedad True, presentándose una abundancia mayor en el modelo comercial, así como se muestran las variedades de color de flor amarillo, con muchos más trips que los tipos de flor blanca o púrpura (Tabla 10).

Tabla 10. Análisis Modelo Lineal Generalizado (GLM)

Factor	Coefficiente	Estimado	Error Estándar	Valor t
Variedad	Champagne (Intercepto)	3,080***	0,461	6,682
	Factor	9,635***	0,6519	14,780
	Maysi	-1,180	0,6519	-1,810
	Millenium	4,830***	0,5601	8,623
	True	4,811***	0,6369	7,554
Fenología	Comercial (Intercepto)	6,933***	0,2029	34,170
	Madres	4,236***	0,7462	-5,677
Variedad True	Comercial (Intercepto)	7,148***	0,257	27,810
	Planta madre	-4,451	0,5997	-7,422
Comercial	Predio 2. (Intercepto)	11,140***	0,3267	34,099
	Predio 3.	-3,992***	0,4514	-8,844
	Predio 1	-8,650***	0,462	-18,722
Color	Amarillo (Intercepto)	11,672***	0,3917	29,800
	Blanco	-3,000***	0,4277	-7,636
	Purpura	3,768***	0,5909	6,376

Caracterización fenológica y perfiles nutricionales

La caracterización nutricional para las plantas destinadas a la producción comercial, así como la de plantas madre, se presenta en las Tablas 11 y 12, respectivamente. Los contenidos foliares de las plantas de crisantemo con destino comercial, se compararon con los óptimos nutricionales propuestos por Osorio (2012); los datos se muestran en la Tabla 13. Dicho autor propone los niveles de extracción adecuados de los elementos mayores y menores en plantas de crisantemo a partir de un análisis foliar.

Los nutrientes que se encuentran en los niveles adecuados durante el ciclo son nitrógeno (N), potasio (K), Magnesio (Mg) y hierro (Fe), en tanto los que están en los índices no óptimos son P (Fósforo), Ca (Calcio), Mn (Manganeso), S (Azufre), Cu (Cobre) y Boro (B) (Tabla 11). Respecto a la planta madre comparada con las plantas comerciales, son superiores cuatro veces en los elementos nutricionales de calcio y cinco en manganeso. Los perfiles nutricionales de cada elemento no se relacionaron con la densidad poblacional de los trips en los ensayos.

Tabla 11. Extracción en plantas de crisantemo en el área de producción, durante un ciclo productivo

Semana	Elemento										
	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Cu	Zn	B
	%						Ppm				
3	4,70	0,26	4,29	0,20	0,47	0,08	102,49	22,00	4,57	24,55	28,10
4	4,11	0,23	4,10	0,26	0,47	0,15	155,84	29,53	5,63	23,18	29,21
5	4,65	0,29	4,21	0,18	0,46	0,08	101,43	15,45	4,25	20,07	32,11
6	4,54	0,23	4,18	0,56	0,45	0,22	185,11	35,80	9,53	43,25	51,41
7	4,56	0,24	5,19	0,47	0,38	0,16	173,25	27,39	5,75	68,14	42,44
8	4,43	0,22	5,23	0,58	0,36	0,08	156,85	20,20	7,37	76,10	49,15
9	4,97	0,29	4,07	0,29	0,42	0,12	187,15	16,91	10,49	73,98	57,89
10	5,01	0,38	4,09	0,36	0,42	0,07	204,64	22,42	14,96	97,52	49,80

Nota: resultados expresados en porcentaje (%) para elementos mayores y en partes por millón (ppm) para elementos menores.

Tabla 12. Extracción en plantas de crisantemo en el área de plantas madre, durante un ciclo productivo

Semana	Elemento										
	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Cu	Zn	B
	%						Ppm				
3	4,36	0,23	4,31	1,07	0,61	0,15	170,19	174,27	4,81	54,77	67,94
5	4,38	0,19	4,80	2,17	0,71	0,01	176,28	118,99	6,24	30,96	60,00
7	4,56	0,20	5,57	0,38	0,65	0,07	175,38	121,18	6,42	47,13	48,96
9	4,97	0,24	4,44	0,45	0,39	0,13	251,19	61,03	5,52	66,84	42,46
11	4,56	0,33	6,19	0,63	0,73	0,18	183,63	40,47	8,39	71,12	53,94

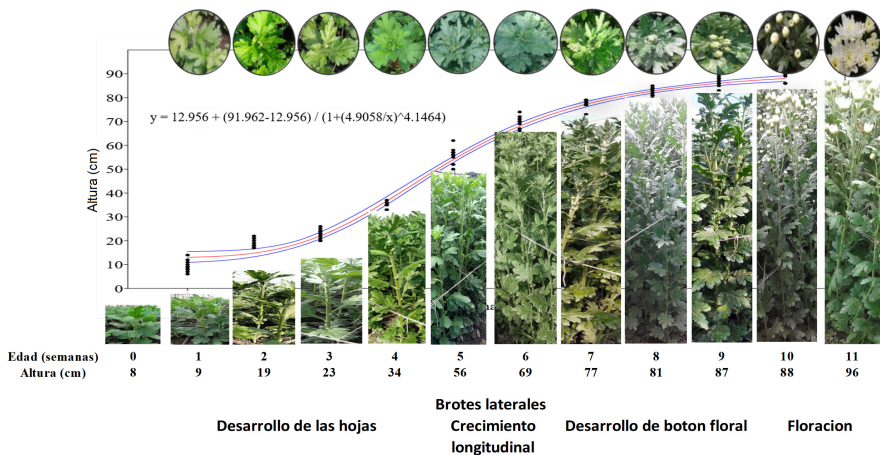
Nota: resultados expresados en partes por millón (ppm).

Tabla 13. Niveles de extracción adecuados de los elementos mayores y menores en plantas de crisantemo (ppm)

Elemento Mayores	(%)	Elementos menores	Ppm
Nitrógeno	4,5-5,5	Hierro	100-500
Fósforo	0,3-0,6	Manganeso	80-300
Potasio	4,0-6,5	Cobre	8-20
Calcio	1,0-2,0	Zinc	20-80
Magnesio	0,3-0,6	Boro	35-80
Azufre	0,3-0,7		

La curva de crecimiento fue descrita por un modelo sigmoide con un punto de inflexión, aproximadamente en la semana cinco (4,9058), que biológicamente denota la edad de máxima velocidad de crecimiento (ver figura 19).

Figura 19. Curva de crecimiento de la variedad de crisantemo *Maysi*, bajo las condiciones ambientales del predio 3 (16°C, 2 244 mm de precipitación)



Discusión

Detectar los patrones poblacionales de las plagas y su asociación con la fenología de los cultivos es una necesidad, para diseñar programas de manejo integrado en cualquier sistema productivo. Aunque existe una amplia documentación sobre la atracción de los trips a las flores en distintos cultivos (Chyzik y Klein, 1995; Schmidt, 1998; Roditakis et al., 2001; Blumthal et al., 2005; Messelink et al., 2006; Webster et al., 2007; Nyasani et al., 2015), la dinámica de estos insectos en el crisantemo ha sido poco estudiada (Torres et al., 1994). Los resultados aquí presentados evidencian una asociación entre las poblaciones de trips y la edad de las plantas, expresando un pico poblacional en la semana quinta en los materiales con destino comercial (Tabla 9). El mencionado pico poblacional se presentó en las camas comerciales evaluadas sin importar

factores como la variedad, el tipo de flor, el predio o el método de control implementado (Anexo 1). Lo anterior sugiere que este patrón es común en los diferentes cultivos de crisantemo destinados a la flor comercial y que, probablemente ha pasado desapercibido por años entre técnicos y productores. No obstante, los datos sugieren que dicho fenómeno no se presenta en las plantas destinadas a la producción de esquejes vegetativos (plantas madre), las cuales nunca llegan a floración y en las que fueron significativamente inferiores las poblaciones de trips.

Un trabajo previo con trampas adhesivas en crisantemo realizado hace tres décadas (Cárdenas y Corredor, 1989a), reportó comportamientos poblacionales similares de trips, con altas capturas en las semanas cuarta y quinta, así como descensos posteriores en la semana séptima, coincidiendo con la aparición del botón floral (semana 7). Sin embargo, en ese estudio, tal comportamiento fue explicado por el uso de insecticidas y no se relacionó con la fenología o la edad de las plantas, como aquí se sugiere. Análisis más recientes (Mejía et al., 2018; Ospina et. al., en prep) plantearon el mismo comportamiento en las poblaciones de trips, en cultivos de crisantemo con destino de exportación. Las reducciones poblacionales posteriores a la semana quinta, podrían explicarse por la aparición de sustancias antiestimulantes como los metabolitos secundarios producidas durante la floración. Moléculas como las piretrinas, piretro o pelitre han sido identificadas en plantas de *Tanacetum cinerariifolium* (*Chrysanthemum coronarium* L.) (Asteraceae) (Pascual, 1996; Khan et al., 2017) y fueron uno de los primeros insecticidas vegetales empleados en el control de plagas (Baldwin, 1993; Hitmi et al., 2000; Yang, 2012). Posteriormente, estas moléculas dieron origen a la síntesis de los piretroides (Bradberry et al., 2005; Hitmi, 2000), uno de los insecticidas de síntesis química más empleados en el control de plagas, en muchos cultivos en el mundo (Chen et al., 2011; Liu, 2012; Gajendiran y Abraham, 2018). Los metabolitos secundarios como las piretrinas, pueden intervenir en las interacciones planta-insecto y aunque no todas las plantas los contienen, desempeñan un rol importante en el mecanismo defensivo contra los insectos fitófagos (Bennett y Wallsgrove, 1994; Schuler, 2011; War et al., 2012; Waring y Cobb, 2017; De Vries et al., 2017). La familia Asteraceae, particularmente del género *Chrysanthemum*, se caracteriza no solo por las piretrinas sino por una gran diversidad fitoquímica (Li et

al., 2016; Pascual, 1996). Así pues, las variedades de crisantemo usadas en los cultivos comerciales (*Dendranthema*), no deberían ser ajenas a la herencia química de sus parientes cercanos (Fukai, 2002; Xinlei et al., 2008); pese a ello, se requiere evaluar a futuro la variación en el tiempo, de los perfiles químicos de las plantas cultivadas de crisantemo, para ver su relación con la mortalidad y/o desestimulación de los trips sobre las mismas. Por otra parte, Leiss et al. (2009) concluyeron que el ácido clorogénico es sintetizado de forma natural por las plantas de crisantemo, lo que genera un efecto negativo sobre los trips, de ser así, podría existir una relación entre la acumulación de estas sustancias tóxicas y la desestimulación en la alimentación de los insectos asociados al cultivo, como los trips. Yang et al. (2012) encontraron que los crisantemos *T. cinerariifolium* producen, de forma natural, elevadas concentraciones de piretrinas, que pueden ser responsables de las altas mortalidades del 80% de los trips *Frankliniella occidentalis*; adicionalmente, presentan los resultados obtenidos con la evaluación de concentraciones artificiales de piretrinas —entre 0,01-1%, en plantas de crisantemo— y sus efectos negativos en el comportamiento de los trips, tales como la disminución de la alimentación, el desarrollo del embrión y la oviposición. No obstante, las hojas no parecen ser el órgano de mayor acumulación de las mencionadas moléculas en este tipo de plantas. Por ejemplo, el análisis comparativo del transcriptoma en *T. cinerariifolium*, reveló que la biosíntesis de piretrina fue mayor en las flores que en las hojas (Khan, 2017; Hitmi, 2000). Lo anterior podría soportar la idea de que, la aparición de las estructuras reproductivas, repercute en la disminución de las poblaciones de trips aquí encontradas.

Las comparaciones nutricionales entre plantas madre y plantas con destino comercial, marcan diferencias particulares en potasio, calcio, hierro, magnesio, zinc y boro (K, Ca, Fe, Mn, Zn y B). No obstante, los cambios de los 11 elementos comparados en las hojas, no parecen relacionarse con la fluctuación poblacional de los trips en los cultivos comerciales o en las plantas madre; aun así, deben resaltarse diferencias importantes en los contenidos mayores de calcio y boro para estas últimas, los cuales fueron inferiores en las plantas de destino comercial. El calcio y boro se relacionan directamente con la estructura y grosor de la pared celular en las plantas (Matoh y Kobayashi, 1998; Almeida et al., 2009), así funcionan como una limitante a la alimentación de trips,

particularmente en sus estados inmaduros. En este caso, las concentraciones de los elementos ya señalados fueron mayores en las plantas madre que en las destinadas a producción comercial. Las paredes celulares constituyen una de las barreras primarias de defensa contra insectos chupadores (Almeida, 2009), particularmente los trips (Ullman et al., 1989; Hunter y Ullman, 1992; Golderacena y Hance, 2017); empero, las diferencias en dichos elementos pueden ser el resultado de respuestas fisiológicas de las plantas ante labores culturales especiales como la remoción de esquejes. Por ejemplo, Messelink y De Kogel (2005) mencionan que el estrés generado por la eliminación de meristemos apicales, origina nuevos brotes laterales, estimulando una mayor extracción de calcio. De tal modo, cutículas más gruesas podrían influir de manera negativa sobre la alimentación de los trips, específicamente en estados inmaduros, e indirectamente limitar sus poblaciones. Esta hipótesis debe ser validada en trabajos posteriores incluyendo el estudio morfológico detallado, tanto de las plantas como de la supervivencia de los trips sobre las mismas.

Stanley (2013) menciona que, durante el primer contacto entre un insecto y su planta nutricia, el herbívoro puede obtener información sobre el estado de la planta, como la presencia de químicos de defensa y su calidad nutricional. Los elementos minerales en la planta están directamente relacionados con todos los mecanismos de defensa. Al ser componentes de sus células y enzimas o también activadores, inhibidores y reguladores del metabolismo, pueden aumentar o disminuir la resistencia a insectos y patógenos (Granados et al., 2008; Delgado-Oramas, 2020). En tal sentido, las prácticas agrícolas que generan desbalances nutricionales, pueden disminuir la resistencia de las plantas a las plagas (Magdoff y Van, 2000). Aun así, la resistencia de las plantas a los ataques de insectos plaga, también puede variar con la edad o el estado de crecimiento de las mismas y, por tanto, estar relacionada a su estado nutricional (Nicholls y Altieri, 2006; Mason et al., 2020). Lo anterior sugiere que la resistencia a insectos puede estar directamente ligada a la fisiología de la planta, por lo cual, cualquier factor que la afecte (ej. la fertilización), puede potencialmente cambiar su nivel de resistencia. Finalmente, la remoción de material vegetal en plantas madre, podría tener un efecto negativo sobre la población de trips. La cosecha de esquejes es una labor constante realizada dos o tres veces por semana, desde la semana seis hasta el fin del cultivo en la semana

dieciséis. El comportamiento tigmotáxico de los trips (Reitz, 2009) en busca de espacios cerrados y una directa exposición a factores ambientales (Bauske et al., 1998), puede generar una extracción involuntaria de los individuos, los cuales son trasladados a los lotes con destino comercial. De igual manera, en los lotes comerciales se elimina la dominancia apical mediante el desbotone de las plantas, estimulando el crecimiento de brotes laterales para alcanzar la forma *spray* (Arango-Marín, 1999). Esta labor se realiza durante la semana siete y podría tener efectos similares al descrito anteriormente; de ser así, podría también tener una relación directa con las reducciones poblacionales aquí encontradas. El comportamiento de los trips sugiere que, tanto adultos como inmaduros, se alimentan perforando las células con sus piezas bucales y extrayendo el contenido de las mismas (Harrewijn et al., 1996; Painsi et al., 2007). El efecto de las podas de formación y cosecha sobre la remoción física de los trips, tanto en lotes comerciales como en plantas madre, no ha sido evaluado a la fecha y debe ser valorado en campo, en trabajos posteriores.

Por último, la aplicación de moléculas de síntesis química para el control de los trips, no parece haber afectado al patrón Gaussiano descrito por las poblaciones. Específicamente, el predio con mayor número de aplicaciones fue también el que tuvo más cantidad de poblaciones. Sin embargo, las diferencias en la magnitud de las capturas entre los mismos, podrían ser el resultado de otras prácticas de manejo de plagas implementadas en cada uno de ellos. Los trips han evolucionado en numerosas vías metabólicas de detoxificación, como defensa secundaria a los aleloquímicos de las plantas (Terry, 1997; Feyereisen, 1999; Jensen, 2000; Kirk y Terry, 2003; Espinosa et al., 2005) y a menudo confieren resistencia cruzada a insecticidas como piretroides, organofosforados y carbamatos (Brødsgaard, 1994b; Jensen, 2000; Espinosa et al., 2002; Espinosa et al., 2005). Por tanto, la efectividad de las moléculas químicas empleadas, así como los métodos de aplicación de las mismas, requieren de evaluaciones oportunas en campo, no solo con el fin de dar cumplimiento a los programas de manejo integrado de plagas, sino para optimizar recursos y evitar aplicaciones innecesarias de pesticidas que generan los fenómenos consecuentes de resistencia a insecticidas (Denholm et al., 1998; Heinz et al., 2004; Gao, Lei, y Reitz., 2012) y daños al ambiente, a los enemigos naturales y a la salud humana (Carvalho, 2017).

Conclusión

Las dinámicas poblacionales de los trips en los cultivos de crisantemo, se asocian a la fenología de las plantas destinadas a exportación. Este patrón fue independiente de las variedades, color, predio evaluado o concentración de elementos particulares en los tejidos foliares. La información aquí expuesta será útil en los programas de manejo integrado de plagas de los cultivos de crisantemo, ya que permitirá enfocar las estrategias de control y evaluar la efectividad de las mismas, asociadas al estado fenológico de las plantas, reduciendo los costos de producción y la descarga indiscriminada de pesticidas al medio ambiente. Por tanto, el presente trabajo abre un panorama poco explorado entorno al efecto de las labores culturales y los perfiles químicos de las plantas sobre las poblaciones de trips en los cultivos de crisantemo. Análisis futuros permitirán explicar el efecto de estos factores en el comportamiento poblacional de dichos insectos, en los cultivos comerciales de flores.

Referencias

- Akaike, H. (1974). A new look at the statistical model identification. In Selected Papers of Hirotugu Akaike (pp. 215–222). Springer.
- Almeida, G.D., Pratisoli, D., Zanuncio, J.C., Vicentini, V.B., Holtz, A.M., Serrão, J.E., 2009. Calcium silicate and organic mineral fertilizer increase the resistance of tomato plants to *Frankliniella schultzei*. *Phytoparasitica* 37. 225–230.
- Arango-Marín, M. (1999). Manual del crisantemo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín.
- Baldwin, I. T., Karb, M. J., & Callahan, P. (1993). Foliar and floral pyrethrins of *Chrysanthemum cinerariaefolium* are not induced by leaf damage. *Journal of chemical ecology*, 19(9), 2081-2087.
- Bauske, E. M., Zehnder, G. M., Sikora, E. J., & Kemble, J. (1998). Southeastern tomato growers adopt integrated pest management. *HortTechnology*, 8(1), 40-44.
- Begon, M., Townsend, C. R., & Harper, J. L. (2006). *Ecology-From Individuals to Ecosystems*. Malden, USA.

- Bennett, R. N., & Wallsgrove, R. M. (1994). Secondary metabolites in plant defence mechanisms. *New phytologist*, 127(4), 617-633.
- Bentz, J. A., & Larew, H. G. (1992). Ovipositional preference and nymphal performance of *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae) on *Dendranthema grandiflora* under different fertilizer regimes. *Journal of economic entomology*, 85(2), 514-517.
- Blumthal, M. R., Spomer, L. A., Warnock, D. F., & Cloyd, R. A. (2005). Flower color preferences of western flower thrips. *HortTechnology*, 15(4), 846-853.
- Bradberry, S. M., Cage, S. A., Proudfoot, A. T., & Vale, J. A. (2005). Poisoning due to pyrethroids. *Toxicological reviews*, 24(2), 93-106.
- Brødsgaard, H. F. (1989a). *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae)-a new pest in Danish glasshouses. *Tidsskr. planteavl* 93. 83-91.
- Brødsgaard, H. F. (1994a). Effect of photoperiod on the bionomics of *Frankliniella occidentalis* (Pergande)(Thysanoptera, Thripidae). *Journal of Applied Entomology*, 117(1-5), 498-507.
- Brødsgaard, H. F. (1994b). Insecticide resistance in European and African strains of western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) tested in a new residue-on-glass test. *Journal of economic entomology*, 87(5), 1141-1146.
- Broughton, S., Cousins, D. A., & Rahman, T. (2015). Evaluation of semiochemicals for their potential application in mass trapping of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) in roses. *Crop Protection*, 67, 130-135.
- Busch, J. W., & Phelan, P. L. (1999). Mixture models of soybean growth and herbivore performance in response to nitrogen-sulphur-phosphorous nutrient interactions. *Ecological Entomology*, 24(2), 132-145. *Entomol.* 24. 132-145.
- Cárdenas, E., & Corredor, D. (1989a). Preferencia de los Trips (Thysanoptera: Thripidae) hacia trampas de colores en un invernadero de flores de la Sabana de Bogotá. *Agronomía colombiana*, 6(1-2), 78-81.
- Carrizo, P. (2008). Efecto del tamaño de trampas adhesivas amarillas para el muestreo de *Frankliniella occidentalis* en pimiento (*Capsicum annum*) en invernadero. *Ciencia e investigación agraria*, 35(2), 191-197.
- Carvalho, F. P. (2017). Pesticides, environment, and food safety. *Food and energy security*, 6(2), 48-60.
- Chaisuekul, C., Riley, D.G., 2005. Host Plant, Temperature, and Photoperiod Effects on Ovipositional Preference of *Frankliniella occidentalis* and

- Frankliniella fusca (Thysanoptera: Thripidae). J. Econ. Entomol. <https://doi.org/10.1093/jee/98.6.2107>
- Chau, A., & Heinz, K. M. (2006). Manipulating fertilization: a management tactic against *Frankliniella occidentalis* on potted chrysanthemum. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 120(3), 201-209.
- Chen, C., Qian, Y., Chen, Q., Tao, C., Li, C., & Li, Y. (2011). Evaluation of pesticide residues in fruits and vegetables from Xiamen, China. *Food Control*, 22(7), 1114-1120.
- Chyzik, R., & Klein, M. (1995). Population fluctuations of the western flower thrips *Frankliniella occidentalis* and its predators *Orius* spp., on cultivated sunflower in Israel. Mededelingen-Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen Universiteit Gent (Belgium).
- Cloyd, R. A. (2009). Western flower thrips (*Frankliniella occidentalis*) management on ornamental crops grown in greenhouses: have we reached an impasse. *Pest Technology*, 3(1), 1-9.
- De Jager, C. M., Butôt, R. P. T., Klinkhamer, P. G. L., De Jong, T. J., Wolff, K., & Van Der Meijden, E. (1995). Genetic variation in chrysanthemum for resistance to *Frankliniella occidentalis*. *Entomologia experimentalis et applicata*, 77(3), 277-287.
- De Vries, J., Evers, J. B., & Poelman, E. H. (2017). Dynamic plant–plant–herbivore interactions govern plant growth–defence integration. *Trends in plant science*, 22(4), 329-337.
- Delgado-Oramas, B. (2020). La resistencia inducida como alternativa para el manejo de plagas en las plantas de cultivo. *Revista de Protección Vegetal*, 35(1).
- Denholm, I., Cahill, M., Dennehy, T. J., & Horowitz, A. R. (1998). Challenges with managing insecticide resistance in agricultural pests, exemplified by the whitefly *Bemisia tabaci*. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 353(1376), 1757-1767.
- Emden, H. V., & Wearing, C. H. (1965). The role of the aphid host plant in delaying economic damage levels in crops. *Annals of Applied Biology*, 56(2), 323-324.
- Espinosa, P. J., Bielza, P., Contreras, J., & Lacasa, A. (2002). Field and laboratory selection of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) for resistance to insecticides. *Pest Management Science*, 58(9), 920-927.

- Espinosa, P. J., Contreras, J., Quinto, V., Grávalos, C., Fernández, E., & Bielza, P. (2005). Metabolic mechanisms of insecticide resistance in the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande). *Pest Management Science*, 61(10), 1009-1015.
- Feyereisen, R. (1999). Insect P450 enzymes. *Annual review of entomology*, 44(1), 507-533.
- Fukai, S. (2002). *Dendranthema* species as chrysanthemum genetic resources. In XXVI International Horticultural Congress: Asian Plants with Unique Horticultural Potential: Genetic Resources, Cultural 620 (pp. 223-230).
- Gajendiran, A., & Abraham, J. (2018). An overview of pyrethroid insecticides. *Frontiers in Biology*, 13(2), 79-90.
- Gao, Y., Lei, Z., & Reitz, S. R. (2012). Western flower thrips resistance to insecticides: detection, mechanisms and management strategies. *Pest management science*, 68(8), 1111-1121.
- Gerin, C., Hance, T. H., & Impe, G. V. (1994). Demographical parameters of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera, Thripidae). *Journal of Applied Entomology*, 118(1-5), 370-377.
- Goldaracena, A., & Hance, T. (2017). A new species of *Frankliniella* with 7-segmented antennae from Mexico (Thysanoptera, Thripinae). *Zootaxa*, 4231(1), 145-150.
- Granados-Sánchez, D., Ruíz-Puga, P., & Barrera-Escorcia, H. (2008). Ecología de la herbivoría. *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente*, 14(1), 51-63.
- Grothendieck, G. (2013). Non-linear regression with brute force. R package version 0.2.
- Hammer, Ø., Harper, D. A., & Ryan, P. D. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia electronica*, 4(1), 9.
- Harrewijn, P., Tjallingii, W. F., & Mollema, C. (1996). Electrical recording of plant penetration by western flower thrips. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 79(3), 345-353.
- Heinz, K. M., Van Driesche, R. G., & Parella, M. P. (2004). *Biocontrol in protected culture*. Ball Publishing.
- Hitmi, A., Coudret, A., & Barthomeuf, C. (2000). The production of pyrethrins by plant cell and tissue cultures of *Chrysanthemum cinerariaefoli-*

- um and *Tagetes* species. *Critical reviews in plant sciences*, 19(1), 69-89.
- Hulshof, J., & Vanninen, I. (2002). Western flower thrips feeding on pollen, and its implications for control. In *Thrips and tospoviruses: proceedings of the 7th international symposium on Thysanoptera* (Vol. 7, No. 1, pp. 173-179).
- Hunter, W. B., & Ullman, D. E. (1992). Anatomy and ultrastructure of the piercing-sucking mouthparts and paraglossal sensilla of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae). *International Journal of Insect Morphology and Embryology*, 21(1), 17-35.
- Jansson, J., & Ekbohm, B. (2002). The effect of different plant nutrient regimes on the aphid *Macrosiphum euphorbiae* growing on petunia. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 104(1), 109-116.
- Jensen, S. E. (2000). Insecticide resistance in the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*. *Integrated Pest Management Reviews*, 5(2), 131-146.
- Kawai, A., & Kitamura, C. (1987). Studies on population ecology of Thrips palmi KARNY: XV. evaluation of effectiveness of control methods using a simulation model. *Applied Entomology and Zoology*, 22(3), 292-302.
- Khan, S., Upadhyay, S., Khan, F., Tandon, S., Shukla, R. K., Ghosh, S., ... & ur Rahman, L. (2017). Comparative transcriptome analysis reveals candidate genes for the biosynthesis of natural insecticide in *Tanacetum cinerariifolium*. *BMC genomics*, 18(1), 1-12.
- Kirk, W. D., & Terry, L. I. (2003). The spread of the western flower thrips *Frankliniella occidentalis* (Pergande). *Agricultural and Forest Entomology*, 5(4), 301-310.
- Larsson, S. (1989). Stressful times for the plant stress: insect performance hypothesis. *Oikos*, 277-283.
- Leiss, K. A., Maltese, F., Choi, Y. H., Verpoorte, R., & Klinkhamer, P. G. (2009). Identification of chlorogenic acid as a resistance factor for thrips in *chrysanthemum*. *Plant Physiology*, 150(3), 1567-1575.
- Li, P., Zhang, F., Chen, S., Jiang, J., Wang, H., Su, J., ... & Chen, F. (2016). Genetic diversity, population structure and association analysis in cut *chrysanthemum* (*Chrysanthemum morifolium* Ramat.). *Molecular Genetics and Genomics*, 291(3), 1117-1125.

- Liu, N. (2012). Pyrethroid resistance in insects: genes, mechanisms, and regulation. *Insecticides-advances in integrated pest management*. Rijeka: In-Tech, 457-68.
- Loera-Alvarado, E., Ortega-Arenas, L. D., Johansen-Naime, R. M., González-Hernández, H., Lomelí-Flores, R., Santillán-Galicia, M., & Ochoa-Martínez, D. L. (2017). Diversidad de tisanópteros en crisantemo [*Dendranthema grandiflorum* (Ramat.) Kitamura] var. Harman en Texcoco, estado de México. *Acta zoológica mexicana*, 33(1), 1-8.
- Magdoff, F., & Van Es, H. (2000). Building soils for better crops (pp. 80-82). Beltsville: Sustainable Agriculture Network.
- Mason, C. J., Ray, S., Davidson-Lowe, E., Ali, J. G., Luthe, D. S., & Felton, G. (2022). Plant Nutrition Influences Resistant Maize Defense Responses to the Fall Armyworm (Spodoptera frugiperda). *Frontiers in Ecology and Evolution*, 10, 844274.
- Matoh, T., & Kobayashi, M. (1998). Boron and calcium, essential inorganic constituents of pectic polysaccharides in higher plant cell walls. *Journal of Plant Research*, 111(1), 179-190.
- Mattson Jr, W. J. (1980). Herbivory in relation to plant nitrogen content. *Annual review of ecology and systematics*, 11(1), 119-161.
- Meier, U., Bleiholder, H., Buhr, L., Feller, C., Hack, H., Heß, M., ... & Zwinger, P. (2009). The BBCH system to coding the phenological growth stages of plants—history and publications. *Journal für Kulturpflanzen*, 61(2), 41-52.
- Mejía, C.; Ospina, L.; Palacio M.; Calvo, S.; Giraldo, C. (2018). Relación entre método directo e indirecto de monitoreo de trips (Insecta: Thysanoptera) en un cultivo comercial de crisantemo *Dendranthema* (dc.)Des Moul (Asterácea) del Oriente Antioqueño. *Metroflor*, (84), 74.
- Messelink, G. J., & De Kogel, W. J. (2005). Impact of chrysanthemum cultivar, fertilization and soil-dwelling predatory mites on *Frankliniella occidentalis*. In *Proceedings of the Netherlands Entomological Society Meeting* (Vol. 16, pp. 101-107).
- Messelink, G. J., Van Steenpaal, S. E., & Ramakers, P. M. (2006). Evaluation of phytoseiid predators for control of western flower thrips on greenhouse cucumber. *BioControl*, 51(6), 753-768.

- Minkenberg, O. P. J. M., & Fredrix, M. J. J. (1989). Preference and performance of an herbivorous fly, *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae), on tomato plants differing in leaf nitrogen. *Annals of the Entomological Society of America*, 82(3), 350-354.
- Nicholls Estrada, C. I., & Altieri, M. A. (2006). Manejo de la fertilidad de suelos e insectos plaga: armonizando la salud del suelo y la salud de las plantas en los agroecosistemas. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*.
- Nyasani, J. O., Subramanian, S., Poehling, H. M., Maniania, N. K., Ekesi, S., & Meyhöfer, R. (2015). Optimizing western flower thrips management on French beans by combined use of beneficials and imidacloprid. *Insects*, 6(1), 279-296.
- Osorio, W. (2012). Niveles adecuados de fertilidad del suelo y análisis foliares para crisantemo. *Bol Manejo Integr Suelo Nutr Veg*, 1(7), 1-4.
- Paini, D. R., Funderburk, J. E., Jackson, C. T., & Reitz, S. R. (2007). Reproduction of four thrips species (Thysanoptera: Thripidae) on uncultivated hosts. *Journal of Entomological Science*, 42(4), 610.
- Pascual-Villalobos, M. J. (1996). Evaluación de la actividad insecticida de extractos vegetales de *Chrysanthemum coronarium*. . *Boletín de sanidad vegetal. Plagas*, 22(2), 411-420.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM (2021). R: a language and environment for statistical computing, Version 4.0.2. Vienna: R Foundation for Statistical Computing.
- Reitz, S. R. (2009). Biology and ecology of the western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae): the making of a pest. *Florida Entomologist*, 92(1), 7-13.
- Robb, K. L., & Parrella, M. P. (1995). IPM of western flower thrips. In *Thrips biology and management* (pp. 365-370). Springer, Boston, MA.
- Roditakis, N. E., Lykouressis, D. P., & Golfinopoulou, N. G. (2001). Color preference, sticky trap catches and distribution of western flower thrips in greenhouse cucumber, sweet pepper and eggplant crops. *Southwestern Entomologist*, 26(3), 227-237.
- Sampson, C. (2018). Sustainable management of the Western Flower Thrips in strawberry crops. *Outlooks on Pest Management*, 29(4), 180-184.
- Scheirs, J., & De Bruyn, L. (2004). Excess of nutrients results in plant stress and decreased grass miner performance. *Entomologia experimentalis et applicata*, 113(2), 109-116.

- Schmidt, D. A. (1998). Data flow analysis is model checking of abstract interpretations. In Proceedings of the 25th ACM SIGPLAN-SIGACT symposium on Principles of programming languages (pp. 38-48).
- Schuch, U. K., Redak, R. A., & Bethke, J. A. (1998). Cultivar, fertilizer, and irrigation affect vegetative growth and susceptibility of chrysanthemum to western flower thrips. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 123(4), 727-733.. <https://doi.org/ISSN:00031062>
- Schuler, M. A. (2011). P450s in plant–insect interactions. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Proteins and Proteomics*, 1814(1), 36-45.
- Sites, R.W., Chambers, W.S.. 1990. Initiation of vernal activity of *Frankliniella occidentalis* and *Thrips tabaci* on the Texas South Plains. *Southwest. Entomol.* 15. 339–343.
- Stanley, E. (2013). Herbivoría y características foliares en función de la edad en hojas de *Piper* sp.(Piperaceae).
- Taylor, R. A. J., Herms, D. A., Cardina, J., & Moore, R. H. (2018). Climate change and pest management: unanticipated consequences of trophic displacement. *Agronomy*, 8(1), 7.
- Terry, L. I. (1997). Host selection, communication and reproductive behaviour. *Thrips as crop pests.*, 65-118.
- Torres Vila, L. M., Lacasa Plasencia, A., Meco Murillo, R., & Bielza Lino, P. (1994). Dinámica poblacional de *Thrips tabaci* Lind.(Thysanoptera: Thripidae) sobre liliáceas hortícolas en Castilla-La Mancha.
- Tsai, J. H., Yue, B., Webb, S. E., Funderburk, J. E., & Hsu, H. T. (1995). Effects of host plant and temperature on growth and reproduction of *Thrips palmi* (Thysanoptera: Thripidae). *Environmental Entomology*, 24(6), 1598-1603.
- Ullman, D. E., Westcot, D. M., Hunter, W. B., & Mau, R. F. (1989). Internal anatomy and morphology of *Frankliniella occidentalis* (Pergande)(Thysanoptera: Thripidae) with special reference to interactions between thrips and tomato spotted wilt virus. *International Journal of Insect Morphology and Embryology*, 18(5-6), 289-310.
- Van Dijken, F. R., Dik, M. T. A., Gebala, B., De Jong, J., & Mollema, C. (1994). Western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) effects on chrysanthemum cultivars: plant growth and leaf scarring in nonflowering plants. *Journal of Economic Entomology*, 87(5), 1312-1317.

- Vargas, R., & Rodríguez, S. (2008). Dinámica de poblaciones. Manejo de plagas en paltos y cítricos. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Colección Libros INIA, 23(200), 99-105.
- War, A. R., Paulraj, M. G., Ahmad, T., Buhroo, A. A., Hussain, B., Ignacimuthu, S., & Sharma, H. C. (2012). Mechanisms of plant defense against insect herbivores. *Plant signaling & behavior*, 7(10), 1306-1320.
- Waring, G.L., Cobb, N.S.. 2017. The impact of plant stress on herbivore population dynamics. En: Bernays, E. A. (Ed.). (2017). *Insect-Plant Interactions* (1990): Volume II. CRC Press.
- Webster, K. W., Teulon, D. A. J., Van_Tol, R. W. H. M., De Kogel, W. J., Chapman, R. B., & Hale, R. (2007). Exploiting the hostfinding behaviour of thrips with colour and odour attractants underlying principles. *New Zealand Plant Protection*, 60, 319-319.
- Weiss, A., Dripps, J. E., & Funderburk, J. (2009). Assessment of implementation and sustainability of integrated pest management programs. *Florida Entomologist*, 92(1), 24-28.
- White, T. T. (1984). The abundance of invertebrate herbivores in relation to the availability of nitrogen in stressed food plants. *Oecologia*, 63(1), 90-105.
- Xinlei, L., Fadi, C., & Hongbo, Z. (2008). Heredity of several flower characters in *Dendranthema*. *Scientia Agricultura Sinica*.
- Yang, T., Stoopen, G., Wieggers, G., Mao, J., Wang, C., Dicke, M., & Jong-sma, M. A. (2012). Pyrethrins protect pyrethrum leaves against attack by western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*. *Journal of chemical ecology*, 38(4), 370-377.

ceniflores
Centro de Innovación de la Floricultura Colombiana

 **FONDO
editorial**
Universidad Católica de Oriente

Disponible en versión online
al escanear el código QR.



ISBN: 978-628-7521-35-3



9 786287 1521353