UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Evaluación de la adición de compuestos químicos (feromonas y kairomonas) a trampas cromáticas, sobre la captura de trips plaga en un cultivo de flores de exportación.

Juan Camilo Garzón León

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencia Agrarias
Bogotá, Colombia
2016

Evaluación de la adición de compuestos químicos (feromonas y kairomonas) a trampas cromáticas, sobre la captura de trips plaga en un cultivo de flores de exportación.

Juan Camilo Garzón León

Tesis de investigación presentada como requisito parcial para optar al título de:

Magister en Ciencias Agrarias

Director:

Biólogo MSc. Edison Torrado – León

Línea de Investigación:

Fitoprotección Integrada

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias Agrarias

Bogotá, Colombia

2016

A mi madre, por su apoyo incondicional. A mi prometida, por la confianza depositada en mí. A todos aquellos que de una u otra forma aportaron para la realización de este gran sueño.

Agradecimientos

Agradezco especialmente al Instituto Colombiano Agropecuario ICA en cabeza de su Director Técnico de Inocuidad e Insumos Agrícolas, Doctor Jose Roberto Galindo por proveer los permisos de experimentación requeridos para el ingreso de las feromonas y kairomonas a nuestro país.

Agradezco de igual manera a Syngenta Colombia y en especial a Edwin Granados, Coordinador de Investigación y Desarrollo para la línea de Flores, por la gestión realizada para la obtención de la cantidad de feromona requerida; adicionalmente por la información suministrada referente a las características del producto.

Agradezco a la empresa Pheroma en cabeza de sus directores Erika Duarte y Mauricio Barco, por proveer la cantidad necesaria de Kairomona requerida para la realización de este estudio.

Agradezco también a la empresa Cultivos Casablanca S.A.S y en especial a su gerente Doctor Ricardo Moreno, por permitirme realizar en las instalaciones de la compañía el montaje de las pruebas y ensayos; adicionalmente por el suministro de materiales y mano de obra requeridos, así como por su aporte en el análisis financiero y técnico de la propuesta desde su punto de vista como productor.

Agradezco especialmente a la Profesora Coralia Osorio, docente del Departamento de Química de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá y a su equipo de trabajo por el aporte realizado para el análisis e interpretación de los procedimientos analíticos llevados a cabo con cada una de las muestras de semioquímicos.

Agradezco a la empresa Koppert Colombia, especialmente a su Representante para Latinoamérica Cristóbal Fábrega, por el aporte realizado en términos de uso y manejo al momento de manipular las kairomonas.

Agradezco al señor Rafael Puentes Apoderado de la empresa Merx International Ltda., por su ayuda para el ingreso legal al país de las muestras de feromonas y kairomonas.

Por último, agradezco a todas aquellas personas que conocieron y siguieron de cerca la presente investigación y que con sus críticas constructivas y recomendaciones permitieron obtener los mejores resultados.

Resumen

El uso de semioquímicos (feromonas y kairomonas, entre otros) ha revolucionado el Manejo Integrado de diversas plagas agrícolas en varios países del mundo. Los trips son uno de los principales limitantes en cultivos de importancia económica, entre ellos los ornamentales o flores de corte, cuya participación en la economía Colombiana ha sido indudable en los últimos 50 años. Inadecuadas prácticas de manejo, basadas principalmente en el uso exagerado de insecticidas de síntesis química, ha generado que rápidamente dichos productos pierdan eficacia frente a esta plaga, generando incrementos de las poblaciones y graves pérdidas económicas. El presente estudio evalúo el uso de dos compuestos (feromona y kairomona) con características de atrayente, sobre las capturas de trips presentes en un invernadero dedicado a la producción de ornamentales. La vida útil de los dos productos evaluados supero las seis semanas. Los factores ambientales (principalmente la temperatura) afectaron fuertemente la tasa de liberación de volátiles presentes en la kairomona. Con respecto a la mejor combinación de color de trampa y tipo de semioquímico, la trampa de color azul con feromona y kairomona, fue la que presento mayores capturas. Al evaluar dosis, se encontró que el mayor número de capturas se alcanzó con el tratamiento subdosis (la mitad de la dosis recomendada por el fabricante). Cinco especies de trips fueron identificadas durante la realización del ensayo. El costo por hectárea para la implementación de esta nueva estrategia es cercano a los cinco millones de pesos colombianos.

Palabras claves: semioquímico, color, atrayente, ornamentales, volátiles, insecticidas.

Abstract

The use of semiochemicals (pheromones and Kairomones, among others) has revolutionized the Integrated Pest Management in agriculture worldwide. Thrips are one of the main constraints in economically important crops, including ornamentals and cut flowers whose participation in the Colombian economy has been no doubt in the last 50 years. Inadequate management practices, largely based on the overuse of synthetic chemical insecticides, has meant that these products quickly lose effectiveness against this plague, generating increases in populations and severe economic losses. This study aimed to evaluate the use of two compounds (pheromone and kairomone) with appealing features on catches of thrips present in a greenhouse dedicated to the production of ornamental. The life of the two products tested exceeded six weeks. Environmental factors (mainly temperature) strongly affected the rate of release of volatiles in kairomone. With regard to the best combination of color and type of semiochemical trap, the trap with pheromone blue and kairomone was the one that allowed greater catches. In evaluating dose, it was found that the highest number of catches was reached with the sub-dose treatment (half the dose recommended by the manufacturer). Five species of thrips were identified during these tests. The cost per hectare for the implementation of this new strategy is close to five million Colombian pesos.

Keywords: semiochemical, color, attractive, ornamental, volatile, insecticides.

Contenido

Pág.

Tabla de contenido

Resumen ..... **IX**

Lista de figuras ..... **XIII**

Lista de tablas ..... **XVII**

Lista de Simbolos y abreviaturas ..... **XIX**

Capitulo 1 Introducción **1**

Manejo Integrado de Plagas **2**

Semioquímicos y su rol en el Manejo Integrado de Plagas **4**

Capitulo 2 Marco teórico **7**

Feromonas **7**

Kairomonas **8**

Uso de feromonas y kairomonas para el manejo de trips **10**

Capitulo 3 Materiales y métodos **15**

Localización del ensayo **15**

Material vegetal **16**

Trampas y semioquímicos **16**

Experimento 1: Determinación de la duración efecto atrayente **20**

Experimento 2: Combinación entre color de placa y compuesto semioquímico **23**

Experimento 3: Determinación de dosis **25**

Identificación de especies de trips capturadas **28**

Análisis de costos **28**

Análisis estadístico **29**

Capitulo 4 Resultados y discusión **31**

Vida útil de las feromonas y kairomonas **31**

Kairomona **32**

Feromona **39**

Respuesta de los trips a la dosis de semioquímicos **44**

Respuesta de los trips a la dosis de semioquímicos **59**

Identificación de especies de trips capturadas **63**

Análisis de costos **64**

Manejo químico (aspersiones y drench´s) **64**

Manejo con semioquímicos **67**

Capitulo 5 Conclusiones y recomendaciones **74**

Conclusiones **74**

Recomendaciones **75**

Anexo 1: Resultados Procedimiento de Extracción de Volátiles con el Fin de Determinar la Vida Útil de los Compuestos (Feromonas y Kairomonas). **77**

Anexo 2: Capturas (individuos·trampa^{-1}) Registradas Durante la Evaluación de la Combinación del Color de Trampa y el Tipo de Semioquímico. **84**

Anexo 3: Capturas (individuos·tratamiento^{-1}·replica^{-1}) Registradas Durante la Evaluación de la Dosis de Semioquímico y Color de Trampa. **97**

Bibliografía **100**

Lista de figuras

Pág.

Figura 1. Localización geográfica del municipio de Chía, Cundinamarca y plano de la empresa Cultivos Casablanca S.A.S (Fuente: Google Maps®) **15**

Figura 2. Fotografía de la feromona Thripline ams® ubicada en diferentes posiciones. Nótese su forma cónica (centro).....**17**

Figura 3. Empaque metalizado con 10 unidades del producto Thripline ams®. Presentación del producto comercial.....**17**

Figura 4. Fotografía de la kairomona Lurem-TR ubicada en diferentes posiciones. La película de papel aluminio (derecha) debe ser retirada antes de utilizar para permitir la liberación de los compuestos volátiles.....**18**

Figura 5. Presentación comercial del producto Lurem-TR. Cada caja contiene 10 kairomonas.....**19**

Figura 6. Ubicación de la feromona Thripline ams® en campo para determinar su vida útil. **21**

Figura 7. Ubicación de la kairomona Lurem-TR en campo para determinar su vida útil. **21**

Figura 8. Muestra de feromona depositada en recipiente hermético y en proceso de extracción de volátiles con jeringa y fibra absorbente. Tiempo de exposición: 30 min.....**22**

Figura 9. Plano de distribución de los tratamientos en campo. **A.** Ubicación de trampas y compuesto semiquímico; el color de la celda indica el color de la trampa utilizada. La letra dentro de la celda denota el compuesto utilizado F: Feromona, K: Kairomona y FK: Feromona + Kairomona. Las celdas que no presentan letra indican que en dicho lugar solo fue ubicada una trampa sin compuesto (tratamientos 1 y 2). **B.** Cada trampa con o sin semioquímico fue ubicada en el centro de un rectángulo de ocho (8) mts por 12mts (los 12mts abarcaban siete (7) camas de crisantemo). Área de influencia de la trampa (en color rojo) con el semioquímico: 96 mts^2. No se utilizó ningún tipo de barrera entre tratamientos. **24**

Figura 10. Plano de distribución de las trampas y semioquímicos en cada área de influencia. **A.** Diagrama de localización de trampas y semioquímicos en el tratamiento con la menor dosis (una feromona y una kairomona por cada 200mts^2). **B.** Diagrama de localización de trampas y semioquímicos en el tratamiento con la dosis media (dos feromonas y dos kairomonas por cada 200mts^2 – esta dosis corresponde a las dosis recomendadas por las dos casas productoras). **C.** Diagrama de localización de trampas y semioquímicos en el tratamiento con la dosis alta (cuatro (4) feromonas y (cuatro (4) kairomonas por cada 200mts^2). No se utilizó ningún tipo de barrera entre tratamientos.. **26**

Figura 11. Análisis por CG-FID de la muestra denominada kairomona, de 3 y 6 semanas, respectivamente..... **32**

Figura 12. Almohadillas obtenidas de muestras de kairomona expuestas durante tres (3) semanas (izquierda) y seis (6) semanas (derecha). Nótese el color opaco que presentan las tres muestras de la izquierda lo cual es originado por su pobre hidratación. Las muestras de la derecha se encuentran más hidratadas por lo que su brillo es más intenso **35**

Figura 13. Concentración de la kairomona luego de 0, 3 y 6 semanas de exposición. Número de repeticiones: tres **36**

Figura 14. Cultivo tradicional de crisantemos. Debido a la precocidad de algunas variedades estas pueden cosecharse antes que otras aun cuando ambas hayan sido sembradas el mismo día. Esto genera cambios importantes en el microclima del invernadero principalmente en factores tales como la temperatura y la humedad, debido al incremento de área de suelo descubierta y expuesta directamente a los rayos del sol ... **37**

Figura 15. Distribución, ajuste y residuales de los valores de isonicotinato de metilo a las 0, 3 y 6 semanas de evaluación. Grafica obtenida en el programa S.A.S 9.4®..... **38**

Figura 16. Análisis por CG-FID de las muestras denominadas feromona, de 3 y 6 semanas respectivamente **39**

Figura 17. Suma de individuos de trips capturados durante ocho semanas en cada tratamiento. El color de la barra indica el color de la trampa acrílica evaluada (Azul o blanca) y la letra sobre la barra indica el resultado de la prueba de comparación de medias por el método de Duncan (Medias con la misma letra no son significativamente diferentes). Los tratamientos en los cuales la placa es de color azul (Tratamientos 1, 3, 5 y 7) capturaron más individuos que aquellos en los que el color de la placa es blanca (Tratamientos 2, 4, 6 y 8)..... **45**

Figura 18. Suma de individuos de trips capturados en trampas de color azul y blanco durante el experimento dos (2). Las capturas registradas por las trampas azules fueron superiores en cerca de un 41% al ser comparadas con las registradas por trampas de color blanco **46**

Figura 19. Diagrama de cajas para cada uno de los tratamientos evaluados durante la combinación del tipo de semioquímico y el color de la trampa **48**

Figura 20. Suma de individuos de trips capturados con diferentes compuestos semioquímicos durante el experimento dos (2). Las capturas registradas cuando se evalúo la combinación de feromona con la kairomona, fueron significativamente superiores a las capturas cuando se evaluaron por separado o no se usaron los dos compuestos **50**

Figura 21. Suma de individuos de trips capturados durante ocho semanas de evaluación. Nótese que durante las dos primeras semanas ocurre el mayor número de capturas (51.55% del total). Posteriormente se registra una fuerte reducción en el número de captura logradas desde la semana tres (3) hasta la semana (6). Finalmente durante las dos últimas semanas de evaluación (semanas siete (7) y ocho (8) nuevamente se presenta un notable incremento en el número de capturas **53**

Figura 22. Numero de capturas de trips vs la concentración de la kairomona. Los valores de individuos de trips corresponden a las capturas obtenidas por trampas que se encontraban sometidas al efecto de la kairomona únicamente; nótese el comportamiento similar que presentan tanto las barras azules (trips capturados) como la concentración de la kairomona (línea naranja).....**55**

Figura 23. Número de capturas de trips vs la concentración de la feromona. Los valores de individuos de trips corresponden a las capturas obtenidas por trampas que se encontraban sometidas al efecto de la feromona únicamente; las líneas de colores corresponden a los compuestos que de acuerdo al análisis de correlación presentaron el mejor ajuste.....**57**

Figura 24. Suma de individuos de trips capturados durante siete semanas de evaluación. Nótese que durante la primera semana ocurre el mayor número de capturas (40.52% del total); en este momento la finca decide realizar una aplicación de choque con el fin de reducir la alta población de la plaga. Durante las tres semanas siguiente el número de capturas se mantiene estable oscilando entre el rango de 249 (semana 4) y 318 individuos (semana 3). En las tres últimas semanas de evaluación el número de capturas se ubicó por debajo de los 200 individuos (191 individuos capturados en la semana 5, 196 en la semana 6 y 161 en la semana 7) **59**

Figura 25. Suma de individuos de trips capturados durante siete semanas en cada tratamiento. El tratamiento en el cual se evalúo la menor dosis (subdosis) fue el que registro el mayor número capturas (857 individuos), seguido del tratamiento con la mayor dosis (sobredosis) (762 individuos). El tratamiento con la dosis recomendada por los fabricantes fue quien presento el menor número de capturas (745 individuos) **60**

Figura 26. Diagrama de cajas para cada uno de los tratamientos evaluados durante comparación de dosis de semioquímico..... **62**

Lista de tablas

Pág.

Tabla 1. Tratamientos a evaluar.....**23**

Tabla 2. Rotación de insecticidas para el manejo de trips.....**28**

Tabla 3. Caracterización de las muestras recibidas por el laboratorio de Química de Aromas – UNAL, Bogotá. **31**

Tabla 4. Área obtenida para el pico de la kairomona en las diferentes muestras analizadas **33**

Tabla 5. Área promedio obtenida para el pico de la kairomona en las diferentes muestras analizadas.....**34**

Tabla 6. Área obtenida para cada uno de los picos en las diferentes muestras analizadas de feromona **40**

Tabla 7. Parámetros estadísticos más representativos dentro del análisis de regresión para cada compuesto detectado.....**41**

Tabla 8. Porcentaje de participación de cada uno de los compuestos identificados sobre el total. **42**

Tabla 9. Parámetros estadísticos más representativos obtenidos en el análisis de varianza de los resultados de la combinación de color de trampa y tipo de semioquímico **47**

Tabla 10. Comparación de medias realizado por el método de Duncan para evaluar el efecto de la combinación del tipo de semioquímico y color de trampa.....**49**

Tabla 11. Procedimiento de contrastes ortogonales para evaluar el efecto de la combinación del tipo de semioquímico y color de trampa.....**51**

Tabla 12. Resultados del análisis de correlación entre las capturas obtenidas por las trampas acrílicas y la concentración de la kairomona.....**56**

Tabla 13. Resultados del análisis de correlación entre las capturas obtenidas por las trampas acrílicas y la concentración de la feromona **57**

Tabla 14. Comparación de medias realizado por el método de Duncan para evaluar el efecto de la dosis de semioquímico.....**61**

Tabla 15. Comparación de medias realizado por el método de Duncan para evaluar el efecto de la dosis de semioquímico **62**
Tabla 16. Especies de trips identificadas durante la ejecución del presente estudio **63**
Tabla 17. Costo y dosis de los insecticidas utilizados el manejo de trips en la finca Cultivos Casablanca S.A.S **64**
Tabla 18. Ingredientes activos, mecanismos de acción y principales funciones fisiológicas de los insecticidas empleados en la finca Cultivos Casablanca S.A.S., para el manejo de trips **65**
Tabla 19. Costo de los insecticidas más la mano de obra necesaria para realización de aplicaciones tendientes al manejo de trips **66**
Tabla 20. Costo del insecticida más la mano de obra necesaria para realización de los “drench´s” tendientes al manejo de trips **67**
Tabla 21. Costo de los materiales requeridos para la instalación de 100 unidades de semioquímico en una hectárea de crisantemos **68**
Tabla 22. Costo de los materiales requeridos para la instalación de 100 unidades de semioquímico en una hectárea de crisantemos **70**

Lista de Símbolos y abreviaturas

Símbolos con letras latinas

Símbolo	Término	Definición
ºC	Temperatura	Grado Centígrado
cm	Longitud	Centímetro
cm^2	Área	Centímetro
ha	Área	Hectárea
lt	Volumen	litro
m	Longitud	Metro
m^2	Área	Metro cuadrado
m/s	Velocidad	Metro por segundo
sp	Botánico	Especie

Símbolos con letras griegas

Símbolo	Término	Definición
£	Moneda	Libra esterlina

Superíndices

Superíndice	Término
n	Exponente, potencia

Abreviaturas

Abreviatura	Término
COP	Peso Colombiano
GS - MS	Cromatografía de gases - masas
HPLC	Cromatografía liquida de alta eficiencia
SPME	Microextracción en fase solida
TSWV	Tomato spotted wilt virus

1. Introducción

Los trips son uno de los artrópodos más importantes que afectan los cultivos agrícolas en todo el mundo; los daños causados por este insecto pueden ser diversos y van desde aquellos generados por su alimentación y oviposición hasta los originados por su carácter vector en enfermedades tales como el virus del bronceado del tomate (TSWV) (Kirk, 1997).

Dentro de las especies de trips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) también conocido como el trips occidental de las flores es una de las más voraces. Ciertos atributos biológicos de este insecto tales como su diminuto tamaño, marcada polifagia, tendencia para morar y alimentarse en áreas ocultas de flores y frutos y periodos de vida relativamente cortos, dificultan su manejo (Reitz, 2009; Childers, 1997; Kirk y Terry, 2003).

De acuerdo con Kirk (2002) las perdidas agrícolas mundiales causas por los trips en las décadas de los 80's y 90's fueron exorbitantes; sin embargo, poco se sabe del monto que estas pudieron alcanzar, debido a la ausencia de registros en los sistemas agrícolas nacionales y la escasa información financiera presente en las publicaciones científicas.

En año 2001, MacLeod *et al*., (2004) estimaron que las pérdidas causadas por *Thrips palmi* en un cultivo de crisantemos de Inglaterra durante los diez años previos al estudio fueron del orden de los 16.9 a 19.6 millones de Libras esterlinas (£). Dicho valor incluía las perdidas en rendimiento y calidad, así como los incrementos en los costos de control y las perdidas en las importaciones. Este constituye uno de los pocos estudios documentados acerca del impacto económico de los trips en cultivos agrícolas de importancia económica.

En Colombia la floricultura se ha constituido como uno de los negocios agrícolas más exitosos en los últimos 40 años. Según cifras del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) en el año 2014 existían cerca de 7167 ha dedicadas a este cultivo distribuidas en los departamentos de Cundinamarca, Antioquia y del eje cafetero,

principalmente (MADR, 2015). En cuanto a los ingresos percibidos por el sector estos ascendieron a 1344.7 millones de dólares en el 2013 y 1386.1 en el 2014, lo cual significó un incremento del 3% (DANE, 2016).

Durante el año 2014, el 27% de los ingresos percibidos producto de la exportación de ornamentales de corte fue generado por el cultivo de rosas, seguido de claveles con un 16% de participación. Los crisantemos o pompones (*Chrysanthemum* sp.,) ocuparon el tercer puesto en mayor aporte de ingresos con un 12% (ASOCOLFLORES, 2015).

En la actualidad, algunos países que poseen vínculos comerciales con Colombia tales como Panamá y Chile han extremado, por medio de resoluciones emitidas por sus Ministerios de Agricultura o equivalentes, los requisitos fitosanitarios para la importación de flores y follajes frescos originarios de nuestro país. Estos requisitos incluyen principalmente que los envío realizados deben estar libres de individuos de *F. occidentalis*, *F. schulkzei* y/o *T. palmi* (MIDA, 2010; SAG, 2002).

Manejo Integrado de Plagas

El Manejo Integrado de Plagas (MIP) consiste en la implementación de tácticas o estrategias de carácter biológico, cultural, físico y químico, integradas armónicamente entre sí, con el fin de proteger los cultivos del ataque de insectos, patógenos, arvenses y otros organismos, minimizando los riesgos ambientales, económicos y a la salud; este concepto puede ser implementado en cualquier tipo de producción agrícola (convencional, sostenible u orgánica) (Biddinger y Rajotte, 2015).

La creación y expansión del MIP como una disciplina dentro de las ciencias agrícolas, es un fenómeno relativamente reciente que se remonta a la llegada de los pesticidas orgánicos sintéticos y el enorme impacto que estos ejercieron sobre la agricultura a finales de los años 1940 y 1950 (Castle y Naranjo, 2009; Facun, 2014).

El monitoreo de plagas es el primer y más importante paso para la creación de un exitoso programa de manejo integrado de plagas. Las plagas pueden ser monitoreadas por medio de varias herramientas de muestreo tales como las trampas de feromonas, trampas de luz, trampas adherentes de colores, trampas de caída y trampas de succión (Prasad y

Prabhakar, 2012). Un sistema de alerta temprana ayudaría a los agricultores a decidir cuándo es el mejor momento para tomar medidas de control, o cuando alterarlas, dado que se han tornado insuficientes (Abdullah *et al*., 2015).

Al igual que otros insectos, los trips localizan a su hospedero utilizando como información los colores, forma, tamaño y volátiles asociados a estos (Terry, 1997). Las trampas adhesivas han sido utilizadas para monitorear poblaciones de *F. occidentalis* dentro de los invernaderos con muy buenos resultados por más de 25 años (Shipp, 1995). Diferentes estudios han encontrado que dentro de toda la gama de colores empleados en las trampas de captura para trips, el amarillo, azul y blanco se destacan por encima de los demás gracias a la preferencia que estos insectos tiene por ellos y por lo tanto son los que más se utilizan comercialmente (Allsopp, 2010; Broughton *et al*., 2015; Hoddle *et al*., 2002; Rodriguez Saona *et al*., 2010).

Está comprobado que color por si solo puede ser útil para atraer individuos de trips en áreas de cultivo, sin embargo, algunas investigaciones recientes argumentan que se pueden obtener mejores resultados cuando se combinan formas atractivas (semejantes a flores y frutos artificiales) (Mainali y Lim, 2008) y/o volátiles de plantas con trampas de colores (Terry, 1997).

Con respecto al estudio de formas atractivas para la captura de trips, Mainali y Lim (2008) evaluaron en un invernadero de fresa, un modelo de trampa artificial semejante a las flores de crisantemo obteniendo como resultado más relevante que estas capturaban entre cuatro (4) y cinco (5) veces más individuos de *F. occidentalis* y *F. intonsa* comparadas con las capturas obtenidas cuando se utilizaban únicamente placas acrílicas adhesivas. Los mismos autores en otro estudio encontraron que al distribuir 20 flores artificiales de crisantemo en una parcela de fresa bajo invernadero se alcanzaba una reducción de la población de *F. intonsa* en cerca 82% con respecto a un testigo no tratado (sin flores artificiales). Adicionalmente, se observó que las trampas capturaban alrededor de cinco (5) veces más hembras de *F. intonsa* que machos, siendo el número de hembra y machos muy similar en las flores naturales monitoreadas (Lim y Mainali, 2009).

La forma y geometría de la trampa, combinadas con el color apropiado para el insecto blanco, pueden proveer mejores resultados en términos de capturas logradas a diferencia que cuando se emplean separadamente (Epsky *et al*., 2008; Mainali y Lim, 2009).

Semioquímicos y su rol en el Manejo Integrado de Plagas

Los seres humanos perciben información del exterior principalmente a través de sus sistemas visuales y auditivos; sin embargo, para la mayoría de los animales del mundo, el sentido químico constituye la principal herramienta desarrollada para la localización de los recursos y la evasión del peligro (Tunstall y Warr, 2012).

Las observaciones de las interacciones de los animales y sus ambientes químicos comenzaron a finales del siglo XIX; sin embargo, solo hasta mediados del siglo XX se desarrollaron los principales conceptos de la comunicación química y un nuevo vocabulario fue introducido por destacados investigadores tales como Peter Karlson, Martin Lüscher y Adolph Butenandt (Pitts *et al*., 2014).

Los productos químicos que intervienen en los procesos fisiológicos o de comportamiento pueden ser clasificados en hormonas y semioquímicos. Las hormonas son producidas por un organismo para mediar reacciones fisiológicas dentro de este. Por el contrario, cualquier producto químico que medie una interacción entre dos organismos, ya sean de la misma o diferente especie, es conocido como semioquímico (griego: semeon, señal). Los semioquímicos se dividen a su vez en feromonas (si median interacciones intraespecificas) y aleloquímicos (cuando median interacciones interespecificas) (Klowdem, 2010).

El presente estudio evalúa la adición de compuestos químicos (feromonas y kairomonas) a trampas cromáticas y el efecto que esto tiene sobre las capturas de trips plaga, especialmente *F. occidentalis*, en un cultivo de flores de exportación. Para ello se planearon los siguientes objetivos específicos: **i)** Determinar qué combinación de color de placa y compuesto químico permite mayor atracción y captura de trips plaga; **ii)** Determinar a qué concentración de los productos químicos empleados (feromonas y kairomonas) se produce la mayor atracción y captura de trips plaga en las placas acrílicas; **iii)** Determinar la duración del efecto atrayente de los compuestos químicos aplicados a las trampas de captura acrílicas.

2. Marco teórico

Feromonas

El descubrimiento de la feromona sexual del gusano de seda *Bombyx mori* en 1959, permitió obtener un gran número información referente a la identificación de las señales químicas que regulan el comportamiento animal y las interacciones que se crean entre estas y el medio ambiente (El – Sayed, 2014).

Algunas de las decisiones más importantes tomadas por los organismos son mediadas por las feromonas. Muchas de estas señales, particularmente las producidas por insectos, son moléculas de lípidos. Algunos de los numerosos papeles que desempeñan estos compuestos han permitido clasificarlas en feromonas de atracción, agresión, afrodisíacas, anti-afrodisíacas, agregación, reconocimiento de parientes y señalización de alarma. Tan influyentes son estas moléculas que varios organismos imitan el lenguaje químico de los insectos con el fin de atraer a los polinizadores involuntarios o a las presas (Yew y Chung, 2015).

En las polillas el comportamiento de búsqueda de la pareja esta mediado por feromonas sexuales específicas constituyéndose de esta manera como el factor más importante de reconociendo entre ellas. Las feromonas sexuales de estas polillas son normalmente liberadas por las hembras adultas durante un fenómeno conocido como "el llamado" con el fin de rastrear a los machos por grandes distancias (Zhang y Löfstedt, 2015; Zhang *et al*., 2015).

Las polillas del género *Spodoptera* (Lepidoptera, Noctuidae) forman un grupo de plagas de cultivos de importancia económica, por esta razón se han constituido en un modelo ideal para estudiar los vínculos entre la evolución de los receptores de feromonas y el comportamiento de pre – apareamiento en la última década (de Fouchier *et al*., 2015).

Otro ejemplo del uso de feromonas por parte insectos lo constituyen individuos del genero *Dendroctonus* spp., (Coleoptera Scolytidae) los cuales son conocidos comúnmente como escarabajos de la corteza debido a que son plagas altamente destructivas de madera aserrada principalmente en los Estados Unidos. Estos escarabajos utilizan feromonas de agregación, producidas durante la alimentación, para coordinar ataques masivos en especies de pino (*Pinus* spp.) (Blomquist *et al*., 2010).

Los áfidos son importantes plagas agrícolas y forestales que exhiben comportamientos complejos provocados por señales de feromonas. La feromona de alarma del pulgón - de los cuales el (E) -β-farneseno es el componente clave (o único) en la mayoría de las especies - juega un papel importante en la mediación de interacciones entre los individuos, así como entre las plantas, áfidos, y enemigos naturales (Vandermoten *et al*., 2012).

Las feromonas han sido encontradas presentes en insectos pertenecientes a diferentes órdenes taxonómicos, entre los cuales se destacan Lepidopteros, Coleopteros, Hemipteros, Dipteros, Hymenopteros e Isopteros. Recientemente algunos estudios han confirmado la presencia de estas sustancias en individuos de otros órdenes tal como es el caso de los Thysanopteros (Hamilton *et al*., 2005).

En las flores, el color y el aroma de estas son considerados altamente importantes para la ubicación de un hospedero adecuado por parte de las poblaciones de trips (Terry, 1997). Sin embargo, Milne *et al*., (2002) encontraron que las hembras de trips que inicialmente se habían sentido atraídas por flores ubicadas a cierta distancia, modificaron inmediatamente su comportamiento cuando fueron expuestas al estímulo de trampas cebadas con feromonas masculinas dándose una anulación de las señales florales y atracción a las trampas.

Aleloquímicos

Los aleloquímicos (griego: *Allelon*, uno al otro), como se mencionó anteriormente, median interacciones entre dos organismos de diferente especie, influenciando positiva o negativamente tanto al emisor (especie 1) como al receptor (especie 2). Si la señal es adaptativamente favorable al emisor, pero no al receptor, la sustancia se considera que es una alomona. Si la señal es favorable para el receptor pero no para el emisor, la sustancia

es clasificada como un kairomona. Si tanto el receptor como el emisor se ven beneficiados, la sustancia es una sinomona (Klowdem, 2010).

Recientemente, el estudio de las plantas y sus compuestos volátiles asociados ha tenido un crecimiento importante. Estas investigaciones han permitido concluir que si bien todas las plantas intercambian volátiles no orgánicos (tales como dióxido de carbono y oxigeno) durante la fotosíntesis o la respiración, la mayoría de ellas también tienen la capacidad de emitir compuestos orgánicos volátiles (COV) de diferentes órganos, tales como flores, frutos y hojas (Tholl *et al*., 2006).

Las kairomonas pueden ser utilizadas como feromonas sexuales, cebos para trampas de monitoreo o para perturbar el comportamiento de ubicación del hospedero. Varias feromonas sexuales también actúan como kairomonas a la hora de buscar parásitos. Hembras del parasitoide *Trichogramma* spp., utilizan las feromonas emitidas por las polillas como señal para localizar los huevos y poder de esta forma parasitarlos (Rani, 2014).

Estudios realizados al gorgojo del maíz *Sitophilus zeamais* (Motschulsky) (Coleoptera: Curculionidae), plaga de gran importancia económica de granos almacenados en zonas tropicales y subtropicales del mundo, permitieron observar que dichos individuos permanecían durante más tiempo y realizaban un mayor número de visitas a las zonas donde la concentración de compuestos orgánicos volátiles (COV) extraídos a partir de semillas de maíz (*Zea mays*) era más alta. Pruebas analíticas permitieron identificar y caracterizar varios de estos compuestos como kairomonas (Ukeh *et al*., 2012).

La broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae) es una plaga importante en muchos países donde se cultiva café. Respuestas electrofisiológicas y de comportamiento de la broca a los volátiles generados por diferentes estados fenológicos de café, *Coffea arabica*, permitieron observar que los insectos pasaban significativamente más tiempo en la región del olfatómetro donde volátiles de frutas maduras y secas estaban presentes, en comparación con regiones de control. Pruebas analíticas permitieron identificar y caracterizar varios de estos compuestos como semioquímicos (específicamente aleloquímicos) (Mendesil *et al*., 2009).

Uso de semioquímicos para el manejo de trips

Cuando se habla de quimiorrecepción generalmente se piensa en los sentidos del olfato y el sabor. Sin embargo, la detección de los productos químicos es un problema de codificación neuronal altamente complejo, debido a la gran cantidad de posibles productos químicos en el medio ambiente, los cuales aparte de ser numerosos, también son diversos y complejos (Tunstall y Warr, 2012).

En los últimos cuarenta años se ha alcanzado un gran progreso en el aislamiento, identificación y síntesis de compuestos químicos y en la confirmación de sus actividades a través de bioensayos que utilizan una gran variedad de modelos animales. El desarrollo de técnicas analíticas como la cromatografía de gases, espectrometría de masas (GC-MS por sus siglas en ingles), cromatografía líquida de alta resolución (HPLC), microextracción en fase sólida (SPME) y otras tantas, han allanado el camino para una amplia gama de estudios y publicaciones centrados en la ecología química de los insectos (Pitts *et al*., 2014).

Utilizando el conocimiento en cuanto a especificidad y/o preferencia de las plagas, se pueden generar mezclas de olor de naturaleza sintética para maximizar la atracción hacia estas (Abdullah *et al*., 2015).

Según Teulon *et al*., (2008) los señuelos para captura de adultos de trips se dividen en dos grupos principales: (1) las feromonas de agregación identificadas para *F. occidentalis* y (2) los productos químicos atrayentes (kairomonas) derivados principalmente de plantas.

El interés en la captura masiva con feromonas se ha incrementado debido a que estas trampas pueden ser específicas a cada especie, lo que reduce el impacto en las especies no blanco; adicionalmente, las feromonas son activas a muy bajas concentraciones y no necesitan ser asperjadas directamente sobre el cultivo, lo cual es más seguro para el medio ambiente comparado con los insecticidas químicos. Es por estas razones que dicha tecnología se ha integrado rápidamente al manejo de biológico y sostenible de plagas (Sampson y Kirk, 2013).

La búsqueda por obtener potentes kairomonas que ejerzan atracción para trips ha tenido su origen en la identificación de las plantas hospedero y sus partes preferidas. Las plantas enteras o partes de estas son puestas en contacto con los insectos para observar sus respuestas; posteriormente los metabolitos secundarios – en su mayoría componentes volátiles – son aislados y purificados, para nuevamente ser suministrados a los insectos pero de manera individual permitiendo así identificar cuál o cuáles de ellos ejercen mayor atracción (Koshier, 2006).

Estudios acerca del comportamiento de trips expuestos a compuestos volátiles generados por tejidos vegetales han permitido confirmar que estos serían útiles para mejorar la vigilancia (monitoreo) y por lo tanto la detección. Metil Isonicotinato (ingrediente principal de la kairomona sintetica LUREM-TR® genero cambios de comportamiento en la marcha y el vuelo de los trips expuestos a dicho compuesto, lo cual proporcionaría información que se podría utilizar para mejorar la eficacia de los controles de insecticidas biológicos o químicos a través del aumento de la exposición de los trips (van Tol *et al*., 2011).

Recientemente, han salido al mercado productos tales como Thripline ams® (versión sintética de la feromona sexual de agregación del Trips Occidental de las Flores, *F. occidentalis*, producida por la empresa Syngenta® dentro de la línea comercial Bioline®) y la Kairomona LUREM-TR® (versión sintética de la kairomona de agregación del Trips Occidental de las Flores, *F. occidentalis*, producida por la empresa KOPPERT®) sin embargo, poco se sabe de su funcionamiento y uso en nuestro país debido a que no están comercialmente disponibles.

La adición de productos químicos o mezcla de estos (de manera óptima) a trampas adhesivas puede aumentar su atracción y sensibilidad, no sólo proporcionando sistemas mejorados de alerta temprana a los productores, sino también facilitando una descripción más precisa de la densidad de población de la plaga y evaluaciones confiables de la eficacia de las estrategias de control (Abdullah *et al*., 2015; Broughton y Harrison, 2012).

Las trampas se caracterizan a menudo por poseer una superficie pegajosa o líquida para capturar los insectos que sean atraídos. Los semioquímicos sintéticos integrados a dichas trampas pueden ser liberados normalmente a través tabiques de caucho o depósitos de polietileno o cloruro de polivinilo. Las trampas cebadas con feromonas o kairomonas

derivados de plantas son herramientas sencillas y de bajo costo para detectar la presencia de plagas (Rodriguez Saona *et al*., 2010).

Teulon *et al* (2014) definieron algunas consideraciones claves para la selección de un señuelo o cebo óptimo para trips: (1) eficacia comprobada contra los trips – el ingrediente activo (i.a.) debe aumentar la captura de una trampa para una o más especies de trips plagas, (2) no ser tóxico - el i.a., debe ser seguro para el uso humano, (3) volatilidad – el i.a., debe ser capaz de evaporarse bajo condiciones de captura normales y (4) el costo – el i.a., debe ser relativamente barato para encajar en los programas de monitoreo de plagas establecidos.

Diferentes estudios a nivel internacional han evaluado la eficacia del uso de feromonas y/o kairomonas junto con trampas adhesivas de colores para incrementar las capturas de *F. occidentalis* en cultivos comerciales de frutales, hortalizas y ornamentales. A continuación se resumen los resultados más importantes.

Broughton y Harrison (2012) realizaron varios experimentos para evaluar las capturas de trips en trampas de monitorio. Uno de los experimentos consistió en el uso de trampas de colores negro, azul, verde, rojo amarillo y blanco ubicadas en un cultivo de frutales con el fin de determinar qué color(es) ejercían mayor atracción. Como resultado se obtuvo que las trampas azules, amarillas y blancas capturaron al menos tres veces más individuos que los demás colores evaluados. En otro experimento, los autores evaluaron el uso de trampas de color amarillo con la feromona Thripline ams® y trampas azules con la kairomona LUREM – TR. Los resultados de este experimento presentaron que las capturas de trips se incrementaron tres veces más comparadas con trampas sin los semioquímicos. Este constituye uno de los primeros y más completos estudios realizados en cultivos comerciales.

Según Davidson *et al* (2007) trampas de captura ubicadas en un cultivo de pimientos y que fueron tratadas con isonicotinato metil (ingrediente principal de la kairomona LUREM – TR) atraparon entre 9.4 y 14 veces más hembras y 2.2 y 5.2 veces más machos de *F. occidentalis* que las trampas no tratadas con dicho compuesto (control).

Teulon *et al* (2014) también encontraron que en ensayos realizados en varios localidades de España, el mayor número de capturas de individuos de *F. occidentalis* y *T. tabaci* se presentó en trampas tratadas con isonicotinato metil (hasta 11 veces más capturas que las encontradas en el tratamiento control para ambas especies).

Broughton *et al* (2015b) evaluaron por primera vez el uso de compuestos semioquímicos (feromonas y kairomonas) y trampas cromáticas para la captura de trips en invernaderos de rosa en Australia. En todos los tratamientos las capturas se incrementaron entre 1.2 y 4 veces más comparadas con trampas que no presentaban el compuesto. En esta oportunidad solo se evalúo el color amarillo en las trampas. Los resultados mostraron mayores capturas de hembras que de machos. Adicionalmente, las capturas alcanzadas fueron muy similares tanto en LUREM – TR como en Thripline ams®, excepto en uno de los cinco ensayos, en el cual la kairomona capturó más individuos.

3. Materiales y métodos

Localización del ensayo

El presente estudio se realizó en un cultivo de crisantemos (*Chrysanthemum* sp) destinados para exportación, ubicado en el municipio de Chía (Cundinamarca) - vereda Fagua (coordenadas de localización geográfica 4°54'21.9"N, 74°04'10.3"W; 2562 msnm). A continuación se presenta la ubicación geográfica y el plano de la empresa Cultivos Casablanca S.A.S (figura 1).

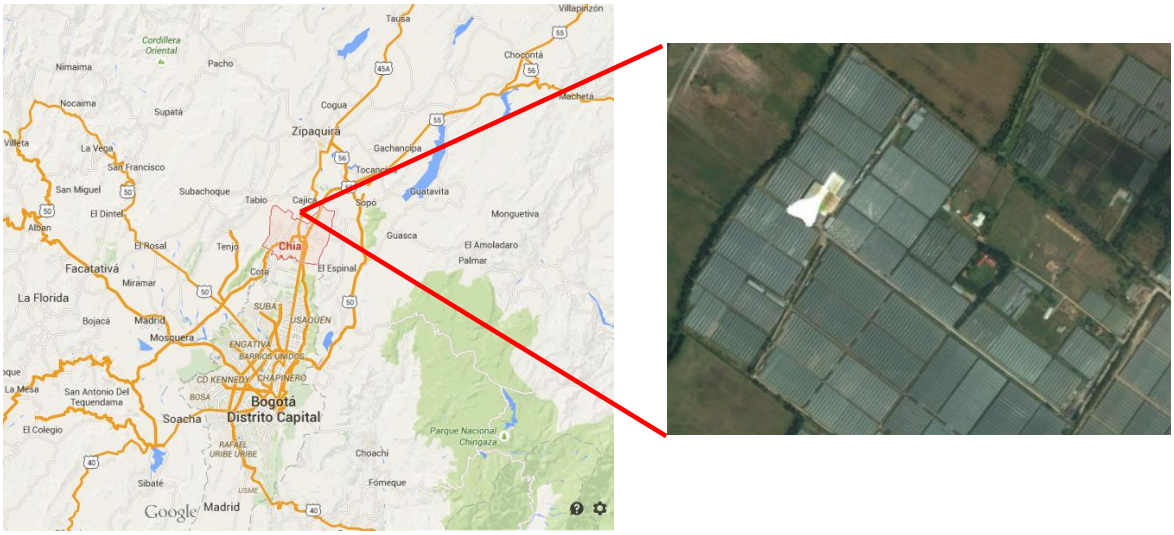


Figura 1. Localización geográfica del municipio de Chía, Cundinamarca y plano de la empresa Cultivos Casablanca S.A.S (Fuente: Google®).

La fecha de inicio de actividades en campo (ubicación de feromonas y kairomonas en bloques comerciales de crisantemo para determinación de vida útil) fue el día 22 de octubre de 2015. Las evaluaciones en campo culminaron el día 5 de marzo de 2016.

Material vegetal

Los crisantemos (*Chrysanthemum* sp.,) pertenecientes a la familia Compositeae (Asteraceae), son plantas de día corto, que se comportan como hierba anual y perenne. La altura de la planta varía entre 30 y 90 cm. Las hojas son alternas y dentadas, las raíces son adventicias y el tallo es leñoso sólido. Las flores poseen una amplia gama de colores, formas y tamaños (Nalini, 2012).

Plantas de crisantemo fueron propagadas vía asexual por medio del enraizamiento de esquejes con auxinas (ácido indolbutírico – AIB). Tres semanas después las plántulas fueron llevadas a campo y trasplantadas en suelo dentro de invernaderos destinados para su producción como ornamental. Manejos y prácticas agronómicas y de cultivo fueron llevadas a cabo de acuerdo a los protocolos de la finca.

Trampas y semioquímicos.

Trampas de colores azul y blanco fueron evaluadas para determinar la captura de trips. Las placas acrílicas fueron compradas y suministradas por la finca. Todas las trampas tenían una dimensión aproximada de 15 cm de ancho por 10 cm de alto y grosor de 5mm, para un área total de 325cm^2.

Thripline ams® consistieron en un tabiques de caucho en forma de cono (18 mm de largo, 4 mm de base a 9 mm diametro parte superior de septos) impregnado con feromonas (figura 2). El tabique fue ubicado a 10 cm de distancia del borde inferior de la trampa por medio de un alambre quien lo sujetaba (Broughton y Harrison, 2012).

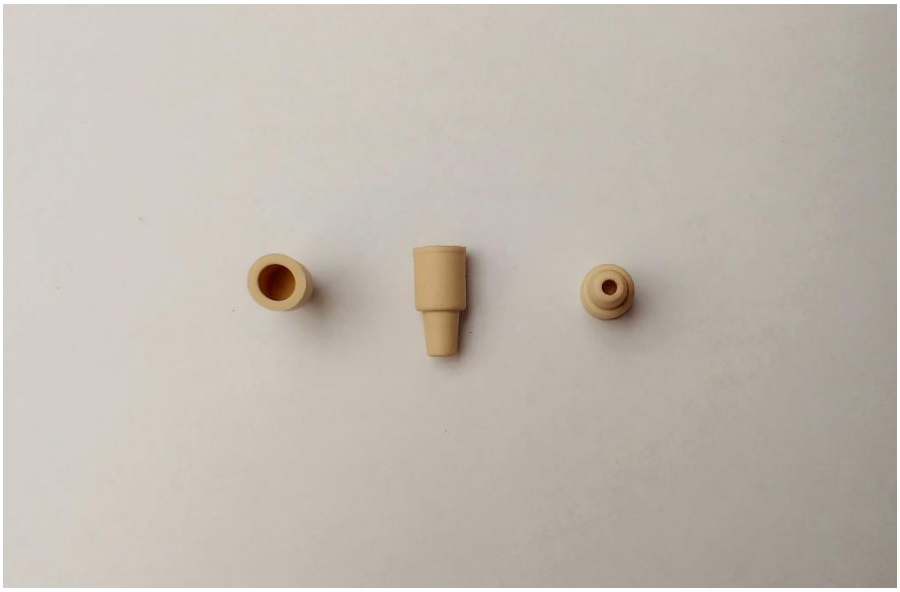


Figura 2. Fotografía de la feromona Thripline ams® ubicada en diferentes posiciones. Nótese su forma cónica (centro).

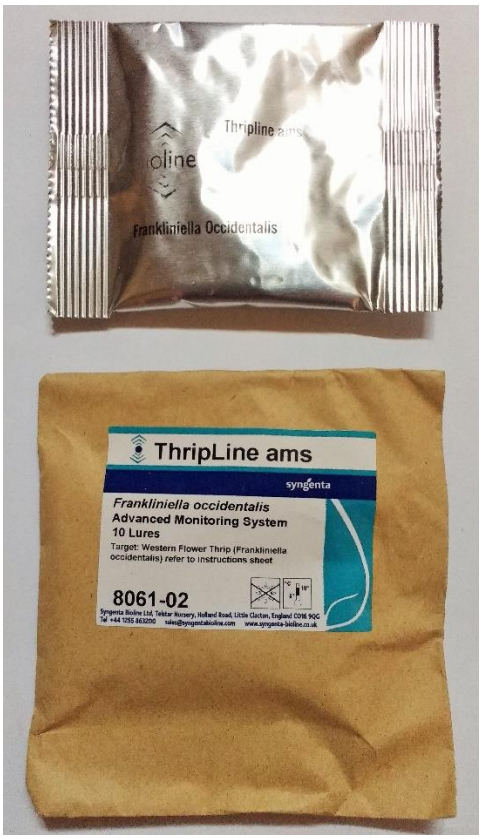


Figura 3. Empaque metalizado con 10 unidades del producto Thripline ams®. Presentación del producto comercial.

Según Syngenta® (2014) los sobres que contienen los tabique se pueden almacenarse durante un máximo de 1 año en un refrigerador, o hasta 2 años si se conservan congelados, siempre y cuando no sean abiertos (figura 3). La dosis sugerida de este producto es de 100 señuelos por hectárea, situados a 10 metros de distancia entre sí. Según el fabricante la vida útil de la feromona pueden ser de cuatro (4) a seis (6) semanas.

Lurem-TR consiste en un paquete de plástico transparente con un gancho del mismo material. En el interior del paquete plástico se encuentra una almohadilla de 2.6cm de ancho por 4.4cm de largo (superficie total 11.44cm^2) la cual está impregnada con la kairomona (figuras 4 y 5). La parte posterior del señuelo presenta una cubierta de papel aluminio la cual debe ser retirada antes de usar. Adicionalmente, en la parte posterior se presentan unas microperforaciones que facilitan la liberación de la kairomona (Broughton y Harrison, 2012).

Figura 4. Fotografía de la kairomona Lurem-TR ubicada en diferentes posiciones. La película de papel aluminio (derecha) debe ser retirada antes de utilizar para permitir la liberación de los compuestos volátiles.

Figura 5. Presentación comercial del producto Lurem-TR. Cada caja contiene 10 kairomonas.

KOPPERT (2014), recomienda mantener refrigerada la kairomona a un temperatura que oscile entre el rango de los 0 y 5ºC. Al igual que la kairomona la dosis sugerida por hectárea es de 100 señuelos. La vida útil de la kairomona es de seis (6) semanas (42 días).

La gestión para la compra de las cantidades de feromona y kairomona necesarias para la realización de presente ensayo, comenzo en enero de 2015 y culminaron en agosto del mismo año con la adquisición de la kairomona (la feromona fue adquirida en el mes de julio de 2015).

Dado que, tanto la feromona como la kairomona, no presentaban registro ICA para su entrada legal al país, fue necesario tramitar los respectivos permisos ante el Instituto Colombiano Agropecuario – ICA. Una vez los permisos fueron concedidos, la empresa Merx International Ltda., realizo el trámite de importación de la feromona, la cual fue proveída por Syngenta Inglaterra, gracias a la mediación de Syngenta Colombia. También se llevaron a cabo conversación con Syngenta México para la obtención de producto.

En cuanto a la kairomona, los trámites inicialmente se adelantaron con KOPPERT Colombia pero por diferentes inconvenientes y después de un largo proceso no fue posible importar el producto. Fue entonces cuando la empresa PHEROMA® con domicilio en la ciudad de Bogotá, Colombia y quien recientemente se encuentra incursionando en ámbito

del control biológico, específicamente en el reglón de los semioquímicos, amablemente nos suministró la cantidad de kairomona necesaria para la realización de este estudio.

Experimento 1: Determinación de la duración efecto atrayente.

Con el fin de determinar la duración del efecto atrayente de cada uno de los compuestos químicos evaluados (feromonas y kairomonas) se realizaron varios análisis de extracción de compuestos volátiles por el método de Microextracción en Fase Solida (SPME por sus siglas en inglés) y posteriormente una Cromatografía de Gases (GC – MS por sus siglas en inglés) a cada una de las muestras.

La Microextracción en Fase Solida (SPME) es un método rápido y sencillo para extraer volátiles en rangos de detección cercanos a las partes por billón (ppb). La Microextracción en Fase Sólida se basa en ad/absorción y desorción de volátiles de una fibra inerte recubierta con diferentes tipos de absorbentes. La fibra se fija dentro de una jeringa modificada y los volátiles pueden ser muestreados mediante la inserción de la aguja a través de un tabique en un contenedor empujando el émbolo para exponer la fibra. Después del equilibrio entre la fibra y la muestra volátil (unos minutos a media hora), la fibra se retrae en la aguja y se puede transferir a un cromatógrafo de gases para la desorción térmica directa. Las fibras se pueden reutilizar aproximadamente 100 veces. La desorción térmica de compuestos orgánicos volátiles de la fibra elimina la necesidad de disolventes que puede contener impurezas los cuales podrían interferir con el análisis de la muestra (Tholl *et al*., 2006).

Seis (6) muestras de feromona y seis (6) muestras de kairomona fueron ubicadas en postes de madera a 1.5m de altura sobre el nivel del suelo en un invernadero de crisantemos con plantas de ocho (8) semanas de edad (figuras 6 y 7). Otras seis (6) muestras de feromona y kairomona (tres (3) de feromona y tres (3) de kairomona) fueron llevadas directamente al laboratorio de Química de Aromas de la Facultad de Química de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá con el fin de realizar la extracción de volátiles en el tiempo cero (es decir tan pronto las feromonas y kairomonas fueron extraídas de su empaque original). Tres y seis semanas después de haber sido expuestas a condiciones de campo las 12 muestras restantes fueron llevadas y analizadas en el mismo laboratorio.

Figura 6. Ubicación de la feromona Thripline ams® en campo para determinar su vida útil.

Figura 7. Ubicación de la kairomona Lurem-TR en campo para determinar su vida útil.

En cada medición se analizaron nueve feromonas y nueve kairomonas (para un total de 18 muestras) con el fin de tener repeticiones y realizar el análisis estadístico correspondiente. Para preservar las características de las muestras colectadas en campo, estas fueron envasadas en frascos de vidrio, hermetizadas con tapas de goma y selladas con un anillo de aluminio (figura 8).

Figura 8. Muestra de feromona depositada en recipiente hermético y en proceso de extracción de volátiles con jeringa y fibra absorbente. Tiempo de exposición: 30 min.

Experimento 2: Combinación entre color de placa y compuesto semioquímico.

Con esta metodología se pretendió determinar que combinación de color de trampa y compuesto químico, presentaba la mayor captura de individuos del trips plaga en placas acrílicas ubicadas en un cultivo de flores de exportación.

Como se mencionó anteriormente, los colores evaluados fueron azul y blanco, debido a que según la literatura son los que ejercen mayor atracción sobre las especies de trips plaga en cultivos bajo invernadero. Dichos colores fueron combinado cada uno con un semioquímico (feromona o kairomona) de manera individual y también conjunta. En la tabla 1 se presentan las combinaciones (tratamientos) resultantes.

Tabla 1. Tratamientos a evaluar.

Tratamiento	Descripción del tratamiento
1	Trampa azul sin atrayente
2	Trampa blanca sin atrayente
3	Trampa azul con feromona (Thripline ams) con dosis comercial
4	Trampa blanca con feromona (Thripline ams) con dosis comercial
5	Trampa azul con kairomona (LUREM – TR) con dosis comercial
6	Trampa blanca con kairomona (LUREM – TR) con dosis comercial
7	Trampa azul con feromona (Thripline ams) con dosis comercial y kairomona (LUREM – TR) con dosis comercial
8	Trampa blanca con feromona (Thripline ams) con dosis comercial y kairomona (LUREM – TR) con dosis comercial

Las placas acrílicas junto con los semioquímicos fueron ubicadas 30 cm por encima del nivel de las plantas, permitiendo así la captura de los trips que se encontraban en los cogollos, botones florales y/o flores. Semanalmente las trampas eran elevadas de acuerdo al crecimiento del cultivo para garantizar que estas siempre estuvieran por encima del nivel del cultivo.

Este experimento fue realizado en un invernadero de aproximadamente 6600m^2. Los ocho tratamientos (tabla 1) fueron distribuidos a lo largo y ancho del invernadero creando así una cuadricula ocho por ocho (8 x 8) (figura 9). Esto se realizó con el fin de aleatorizar todos los tratamientos en bloque y poder disminuir el sesgo que se pudiera crear debido a la posible heterogeneidad en la distribución de la plaga en el cultivo.

A

F	K	F	FK	Camino central del bloque			K	FK
K	FK				F	F	K	FK
	F	K	FK		F	K	FK	
K	FK		F			K	FK	F
F		FK			K	FK	F	K
FK	K	F	K		FK		F	
	F	FK	F		K	FK		K
FK		K	K		FK	F		F

B

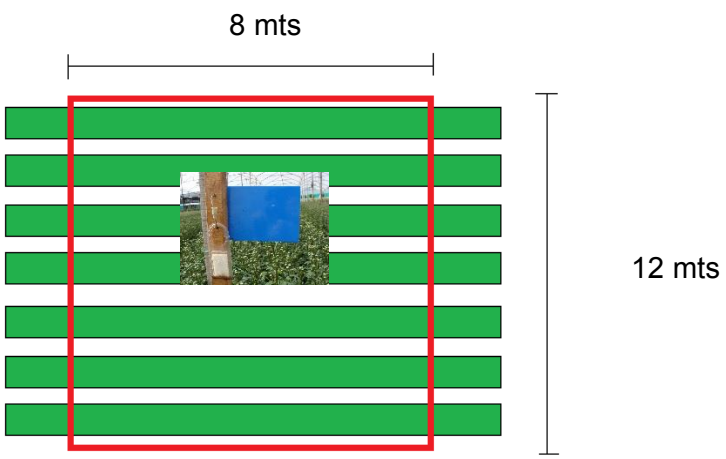


Figura 9. Plano de distribución de los tratamientos en campo. **A.** Ubicación de trampas y compuesto semiquímico; el color de la celda indica el color de la trampa utilizada. La letra dentro de la celda denota el compuesto utilizado F: Feromona, K: Kairomona y FK: Feromona + Kairomona. Las celdas que no presentan letra indican que en dicho lugar solo fue ubicada una trampa sin compuesto (tratamientos 1 y 2). **B.** Cada trampa con o sin semioquímico fue ubicada en el centro de un rectángulo de ocho (8) mts por 12mts (los

12mts abarcaban siete (7) camas de crisantemo). Área de influencia de la trampa (en color rojo) con el semioquímico: 96 m^2. No se utilizó ningún tipo de barrera entre tratamientos.

Cada semana se realizaba la lectura de las trampas para cuantificar el número de trips capturados. Posteriormente, las trampas eran lavadas e impregnadas con pegante para garantizar su fácil lectura y eficacia de la captura. No se utilizó ningún tipo de barrera (plástico, malla antitrips u otra) para separar los tratamientos evaluados. Esta evaluación tuvo una duración de ocho (8) semanas (inicio el 19 de noviembre de 2015 y término el 16 de enero de 2016).

Antes de comenzar el ensayo el promedio de capturas en el bloque objeto de estudio era de 0.36 trips·placa^{-1}·semana^{-1}.

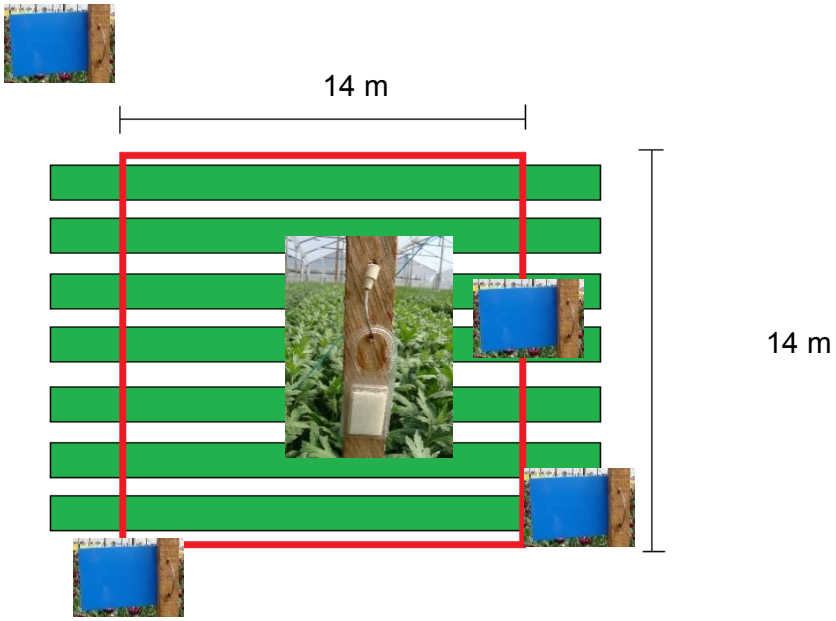
Experimento 3: Determinación de dosis.

KOPPERT y Syngenta, empresas productoras de la kairomona y feromona, respectivamente, reportan una dosis sugerida de 100 atrayentes (cebos) por hectárea. Sin embargo, dado que dichos productos no se han empleado comercialmente en el país y con el fin de validar en campo estas recomendaciones, se propuso analizar el número de capturas alcanzado a diferentes concentraciones de compuesto por área.

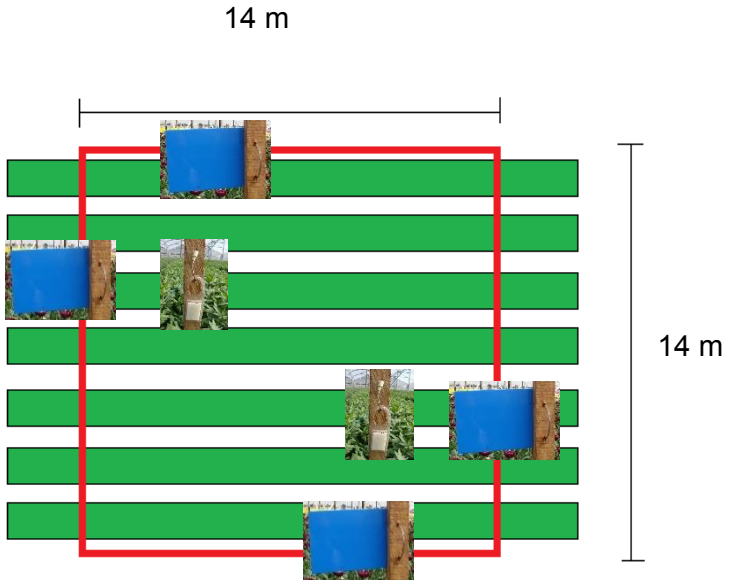
Una vez determinada la mejor combinación entre color de trampa cromática y compuesto atrayente (feromona y kairomona) se procedió a determinar una posible dosis que permitiera alcanzar los mayores índices de captura de trips plaga en campo.

Para este objeto se seleccionó un área (bloque de cultivo) y posterior a un monitoreo de la plaga, se establecieron nueve (9) parcelas o unidades experimentales. Cada unidad tenía un área de 200 m^2 (lo cual concuerda con la dosis recomendada por cada una de las casas comerciales). Los tratamientos consistieron en la dosis recomienda por los fabricantes (un cebo por cada 100 m^2; para un total de dos cebos en la unidad), la mitad de la dosis recomendada (un cebo por cada 200 m^2; para un total de un cebo en la unidad) y el doble de la dosis recomendada (dos cebos por cada 100 m^2; para un total de cuatro cebos por unidad) para un total de tres tratamientos (figura 10). Se realizaron tres repeticiones por cada tratamiento y cada una de ellas fue aleatorizada en el área de estudio.

A.



B.



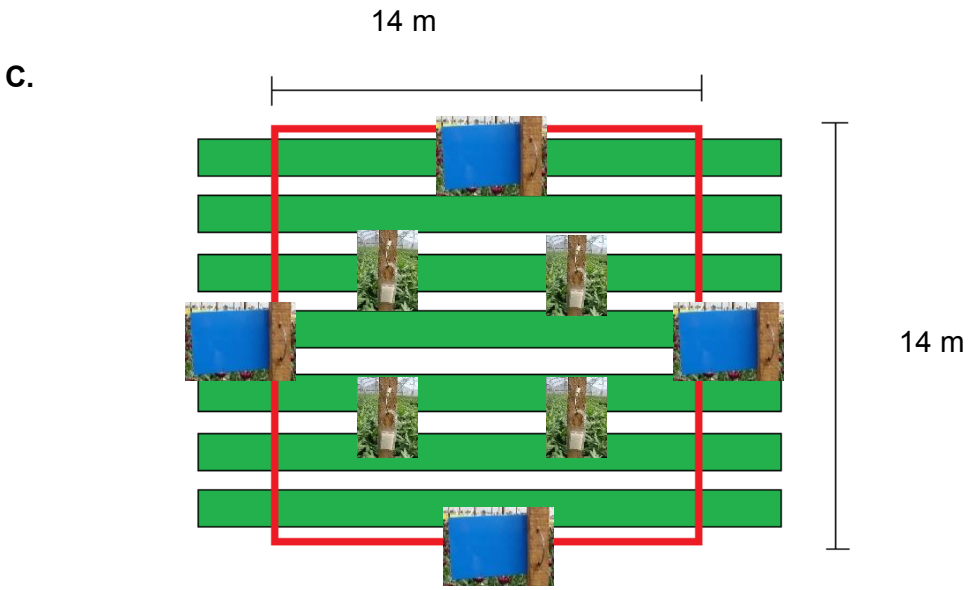


Figura 10. Plano de distribución de las trampas y semioquímicos en cada área de influencia. **A.** Diagrama de localización de trampas y semioquímicos en el tratamiento con la menor dosis (una feromona y una kairomona por cada 200m^2). **B.** Diagrama de localización de trampas y semioquímicos en el tratamiento con la dosis media (dos feromonas y dos kairomonas por cada 200m^2 – esta dosis corresponde a las dosis recomendadas por las dos casas productoras). **C.** Diagrama de localización de trampas y semioquímicos en el tratamiento con la dosis alta (cuatro (4) feromonas y (cuatro (4) kairomonas por cada 200m^2). No se utilizó ningún tipo de barrera entre tratamientos.

Al igual que en el experimento 2 (combinación color placa y semiquímico) cada semana se realizaba la lectura de las trampas para cuantificar el número de trips capturados. Posteriormente, las trampas eran lavadas e impregnadas con pegante para garantizar su fácil lectura y eficacia de la captura. No se utilizó ningún tipo de barrera (plástico, malla antitrips u otra) para separar los tratamientos evaluados, sin embargo en este caso dejo un área libre de siete (7) m entre cada fila de tratamientos con el fin de reducir la interferencia entre ellos. Esta evaluación tuvo una duración de siete (7) semanas (inicio el 22 de enero de 2016 y término el 12 de marzo de 2016).

Antes de comenzar el ensayo en promedio de capturas en el bloque objeto de estudio era de 1.2 trips·placa^{-1}·semana^{-1}.

Identificación de especies de trips capturadas

Durante la realización del presente estudio fueron colectados algunos especímenes de trips los cuales fueron identificados por el especialista en trips, Everth Ebratt Ravelo y quien es funcionario del Instituto Colombiano Agropecuario – ICA. Las muestras fueron colectadas en las trampas de captura. Posteriormente, estas fueron depositadas en recipientes de plásticos que contenían alcohol para garantizar su preservación.

Análisis de costos

Con el fin de determinar la viabilidad económica del uso de los compuestos semioquímicos (feromonas y kairomonas) como una estrategia de manejo de trips en cultivos ornamentales, se propuso comparar su costo con el valor de la rotación de insecticidas para trips implementada por la finca Cultivos Casablanca S.A.S (tabla 2).

Tabla 2. Rotación de insecticidas para el manejo de trips – Cultivos Casablanca S.A.S.

SEMANA	**ROTACION DE INSECTICIDAS PARA EL MANEJO DE TRIPS**			
	Adultos		**Inmaduros**	
	Producto	**Dosis (gr ó cc/l)**	**Producto**	**Dosis (gr ó cc/l)**
1	Volkar 90 SP	0.9	Movento OD	0.75
2	Cazador 80 WG	0.12	Movento OD	0.75
3	Evisect S	0.8		
4	Tracer 120 SC	0.3	Match 50 EC	0.8
5	Silex 75 WG	0.75		
6	Cazador 120 SC	0.12	Movento OD	0.75

Se cuantifico el valor de los insecticidas utilizados durante diez (10) semanas, que corresponde a la duración promedio del ciclo de cultivo. El número de aplicaciones promedio por semana para el control de trips fue determinado con base en los registros históricos de la finca.

Adicionalmente y dentro del manejo químico para esta plaga, la finca implementa una estrategia denominada “drench”, la cual consiste en proveer un riego con insecticida a las camas del cultivo, atacando así individuos en fases de prepupa y pupa que se encuentren en el suelo y/o en el tercio bajo de las plantas. El costo de esta estrategia también fue cuantificado para su posterior comparación con el costo de la propuesta implementando semioquimicos.

Las dosis de los insecticidas y coadyuvantes, así como su costo por unidad (litro o kilogramo) fueron suministrados por la finca. El valor total fue calculado para una hectárea. Se incluye también la mano de obra necesaria para la realización de la aplicación.

Para el caso de los semioquímicos, el valor obtenido fue el resultante de la sumatoria del costo promedio por unidad (feromona y kairomona), el costo de la placa acrílica, el valor del pegante y los soportes en madera, así como la mano de obra necesaria para su instalación en campo.

Análisis estadístico

El diseño experimental propuesto para el desarrollo de la presente investigación fue el cuadrado latino. Este diseño se usa para controlar dos fuentes de variación, mediante el uso de dos formas de bloqueo. Así, las filas y las columnas realmente representan dos tipos de restricciones en la aleatorización; por esta razón en el cuadrado latino, cada tratamiento esta una vez al azar en cada fila y en cada columna (Martínez y Martínez, 1997).

Este diseño permitiría disminuir el sesgo que se pueda presentar con respecto a la distribución de la plaga en el campo. Por lo tanto, un grupo de tratamientos estuvo distribuido a lo largo de toda el área experimental, con el fin de controlar la heterogeneidad del terreno en cuanto a presencia de la plaga.

Un análisis de regresión fue realizado a los resultados de vida útil obtenidos por el laboratorio para determinar el tipo de tendencia que presentaban los datos. Posteriormente se realizaron correlaciones entre las curvas de liberación de volátiles y el número capturas en trampas.

El análisis estadístico se realizó utilizando un Análisis de Varianza (ANOVA) por medio del paquete estadístico SAS. Se realizaron pruebas de comparación de medias con el método de Duncan y contrastes ortogonales para encontrar diferencia o no entre los tratamientos.

4. Resultados y discusión

Vida útil de las feromonas y kairomonas

A continuación se presentan los resultados obtenidos durante los procedimientos de Microextracción en Fase Solida (SPME) y Cromatografía de Gases (GC - MS) realizados a las muestras de feromonas y kairomonas. Como primera medida y antes de llevar a cabo los análisis pertinentes, el laboratorio de Química de Aromas efectuó una descripción basada en atributos percibidos por los sentidos tales como el olor, color y forma de cada una de las muestras recibidas. Los resultados de dicha caracterización son presentados en la tabla 3 (Anexo 1).

Tabla 3. Caracterización de las muestras recibidas por el laboratorio de Química de Aromas – UNAL, Bogotá.

Código UN	Código	Muestra	Descripción
544-AR-15 545-AR-15 546-AR-15	Kairo0S1 Kairo0S2 Kairo0S3	Kairomona	Sachet blanco, altamente aromático, impregnado con la Kairomona de interés del cliente. Tiempo 0 de exposición al medio ambiente. Tres réplicas de la misma muestra.
547-AR-15 548-AR-15 549-AR-15	Fero0S1 Fero0S2 Fero0S3	Feromona	Tapón pequeño de material similar al caucho, impregnado con la Feromona de interés por el cliente. Tiempo 0 de exposición al medio ambiente. Tres réplicas de la muestra.
550-AR-15 551-AR-15 552-AR-15	Kairo3S1 Kairo3S2 Kairo3S3	Kairomona	Sachet blanco, altamente aromático, impregnado con la Kairomona de interés del cliente. Tiempo 3 semanas de exposición al medio ambiente. Tres réplicas de la misma muestra.
553-AR-15 554-AR-15 555-AR-15	Fero3S1 Fero3S2 Fero3S3	Feromona	Tapón pequeño de material similar al caucho, impregnado con la Feromona de interés por el cliente. Tiempo 3 semanas de exposición al medio ambiente. Tres réplicas de la muestra.
556-AR-15 557-AR-15 558-AR-15	Kairo6S1 Kairo6S2 Kairo6S3	Kairomona	Sachet blanco, altamente aromático, impregnado con la Kairomona de interés del cliente. Tiempo 6 semanas de exposición al medio ambiente. Tres réplicas de la misma muestra.
559-AR-15 560-AR-15 561-AR-15	Fero6S1 Fero6S2 Fero6S3	Feromona	Tapón pequeño de material similar al caucho, impregnado con la Feromona de interés por el cliente. Tiempo 6 semanas de exposición al medio ambiente. Tres réplicas de la muestra.

Como conclusión más importante de este análisis preliminar se resalta la fuerte aromaticidad de la kairomona (a diferencia de la feromona en la cual es casi imperceptible olor alguno). Dicha cualidad no solo fue percibida en laboratorio sino también campo durante toda la evaluación.

Kairomona

Con respecto a la kairomona, los análisis arrojaron como resultado la identificación mayoritaria de un compuesto denominado Isonicotinato de Metilo (o Metil Isonicotinato – MI) (figura 11) el cual estuvo presente en altas concentraciones durante cada una de las evaluaciones.

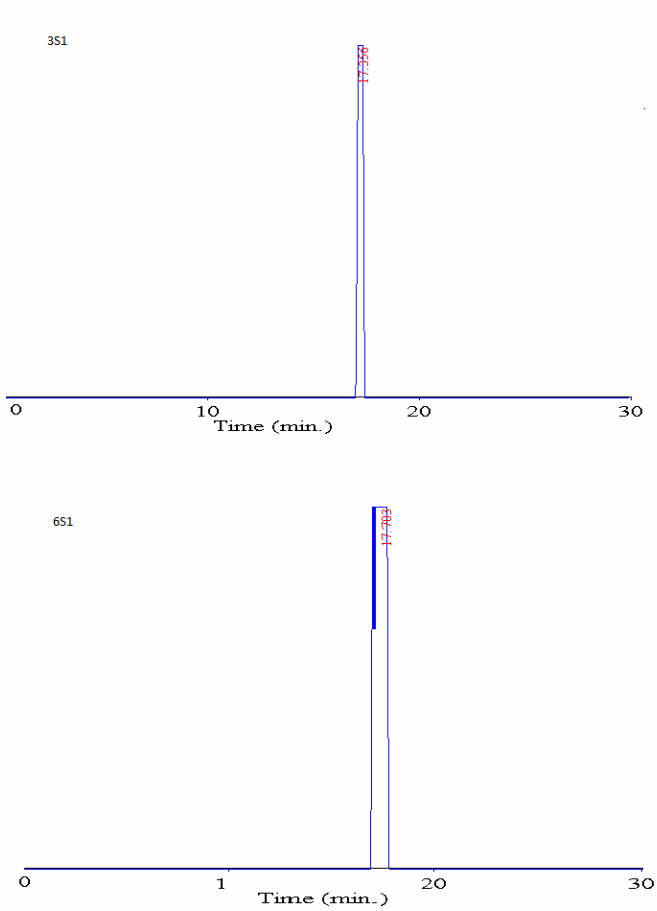


Figura 11. Análisis por GC - MS de la muestra denominada kairomona, de 3 y 6 semanas, respectivamente.

La información obtenida en los análisis de laboratorio concuerda con las investigaciones de varios autores tales como Teulon *et al* (2014) y Mfuti *et al* (2016) quienes reportaron como ingrediente activo mayoritario de la kairomona, el compuesto Isonicotinato de Metilo.

El metil isonicotinato ha demostrado ser un compuesto fuertemente atractivo para especies de trips dentro de las cuales se pueden mencionar principalmente *F. occidentalis* y *T. tabaci* (Davidson *et al.,* 2007; Teulon *et al.,* 2014; van Tol *et al.,* 2011).

Para cuantificar la cantidad de Isonicotinato presente en cada una de las muestras de kairomona con cero, tres y seis semanas de exposición se utilizó el área obtenida en cada pico durante la cromatografía de gases (tabla 4).

Tabla 4. Área obtenida para el pico de la kairomona en las diferentes muestras analizadas.

Muestras	**Área Pico**
Kairomona (0 semanas – Replica 1)	7368494
Kairomona (0 semanas – Replica 2)	6578845
Kairomona (0 semanas – Replica 3)	5785650
Kairomona (3 semanas – Replica 1)	396741
Kairomona (3 semanas – Replica 2)	425207
Kairomona (3 semanas – Replica 3)	332365
Kairomona (6 semanas – Replica 1)	410942
Kairomona (6 semanas – Replica 2)	1866942
Kairomona (6 semanas – Replica 3)	1240441

De acuerdo con Pavia *et al* (2005) el área del pico de un compuesto en un cromatograma es directamente proporcional a su concentración (generalmente expresada en moles). Con respecto a los análisis realizados a cada una de las muestras de la kairomona el área promedio obtenida en el tiempo cero fue de 6.577.663 unidades del analito (dado que se desconoce la unidad real del compuesto en el producto formulado) (tablas 4 y 5). Al cabo de tres semanas después (cuando las muestras ya habían sido expuestas en campo) los

análisis arrojaron una fuerte disminución en la concentración del producto, expresada en sus picos. En esta ocasión el área promedio de las tres replicas fue de 384.771 unidades. Por último, seis semanas después de haber sido expuestas en campo las tres replicas presentaron un área promedio de 1.172.775 unidades del analito.

A continuación se presenta el valor promedio de la concentración de MI para cada uno de los tiempos evaluados (0, 3 y 6 semanas) (tabla 5).

Tabla 5. Área promedio obtenida para el pico de la kairomona en las diferentes muestras analizadas.

Muestras	**Área Pico**
Kairomona (0 semanas de exposición)	6.577.663
Kairomona (3 semanas de exposición)	384.771
Kairomona (6 semanas de exposición)	1.172.775

Las muestras con seis semanas de exposición en campo presentaron mayor concentración del compuesto, que las muestras con tres semanas de exposición (tablas 4 y 5; figura 13). Este resultado fue sorpresivo ya que se esperaba una disminución progresiva a través del tiempo en la concentración de cada una de las muestras. Sin embargo, al revisar la evidencia fotográfica disponible de los procedimientos en campo se observó que las “almohadillas” de las tres (3) muestras expuestas durante tres semanas se encontraban bastante resecas en comparación a las almohadillas obtenidas de muestras que habían sido expuestas durante un periodo mayor de tiempo (6 semanas) (figura 12).

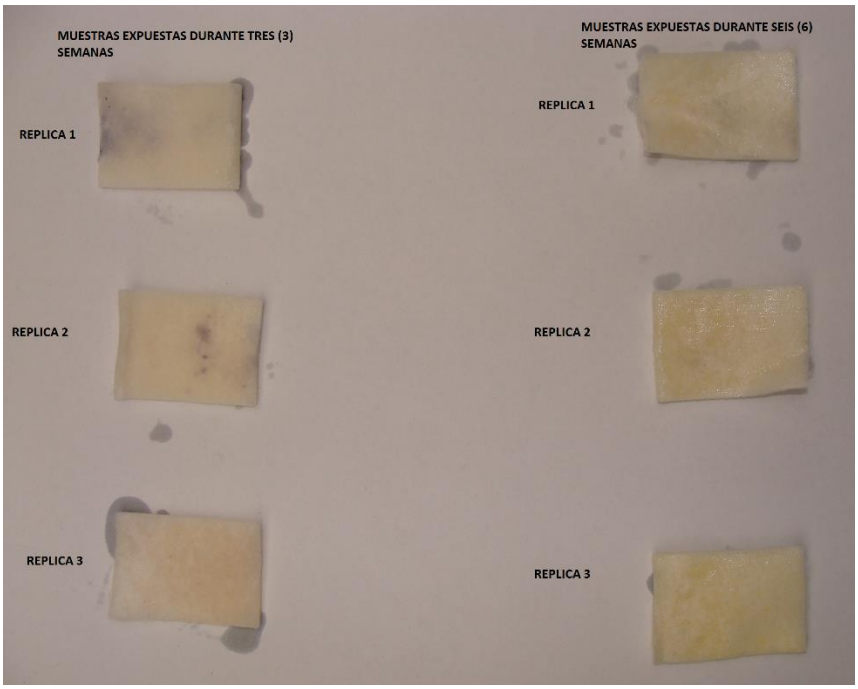


Figura 12. Almohadillas obtenidas de muestras de kairomona expuestas durante tres (3) semanas (izquierda) y seis (6) semanas (derecha). Nótese el color opaco que presentan las tres muestras de la izquierda lo cual es originado por su pobre hidratación. Las muestras de la derecha se encuentran más hidratadas por lo que su brillo es más intenso.

Nielsen (2013) evalúo la concentración de MI a partir de cuatro tipos de dispensadores sometidos a tres valores temperatura (15, 25 y 35ºC) y dos rangos de velocidad del viento (rango I: 0.1 – 0.15 m/s y rango II: 0.25 y 0.3 m/s). Dentro de los dispensadores evaluados uno de ellos correspondió al diseño comercial de la kairomona LUREM – TR.

Los resultados en el estudio de Nielsen demostraron que la temperatura es un factor clave en la tasa de liberación de MI a partir de los dispensadores. En las muestras de LUREM – TR sometidas a 25 y 35ºC la concentración de MI llego a cero antes del día 20 de evaluación, mientras que a 15ºC la concentración de MI fue cero solo hasta el día 42 (Nielsen, 2013).

Con respecto a los resultados obtenidos en el presente estudio, este comportamiento exhibido por los mismos puede ser explicado principalmente por la dinámica del cultivo donde fue realizada la prueba. Los crisantemos son una planta que solo genera una flor, la cual es cosechada tan pronto cumple con los parámetros de calidad y madurez. A

medida que la cosecha avanza el área tiende desocuparse lo cual genera un incremento considerable en la temperatura (ya que la cobertura del suelo se reduce). Adicionalmente, los crisantemos de acuerdo a la variedad pueden presentar una duración en el ciclo de cultivo de entre 78 y 91 días, por consiguiente, dentro de un invernadero varias camas pertenecientes a una variedad pueden cosecharse antes que otras, incluso si estas fueron sembradas el mismo día.

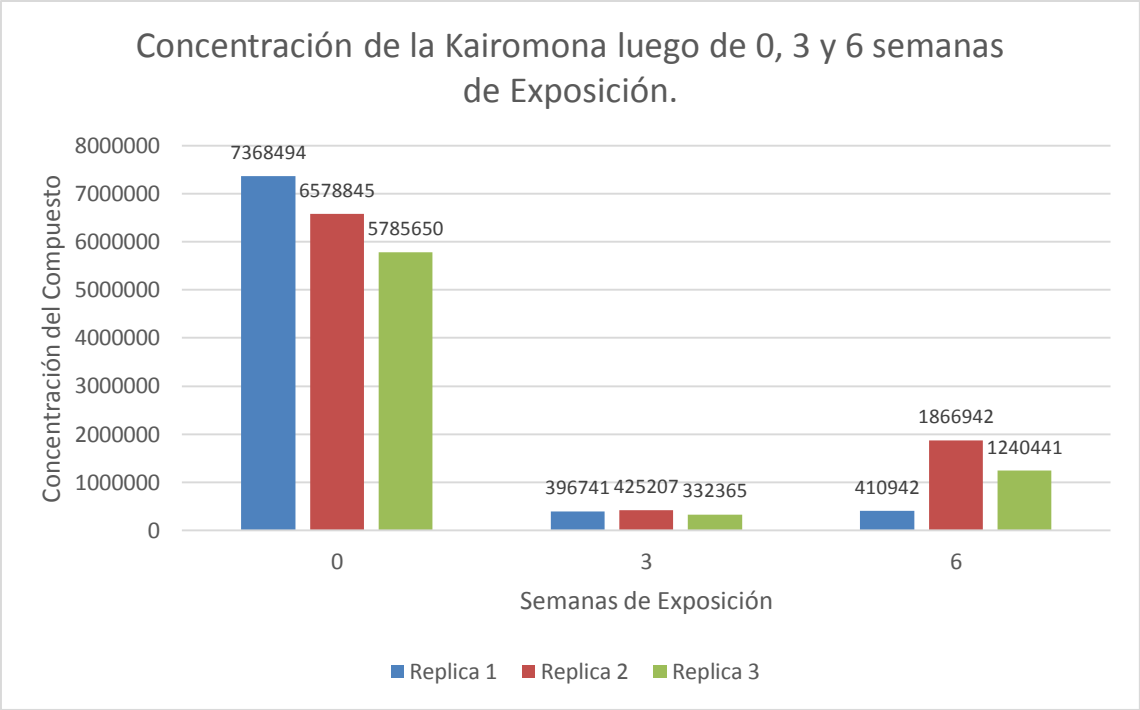


Figura 13. Concentración de la kairomona luego de 0, 3 y 6 semanas de exposición. Número de repeticiones: tres.

Las tres muestras con tres semanas de exposición y una muestra de seis semanas fueron ubicadas en un área del bloque donde se encontraban localizadas variedades precoces, cuyas camas al momento de colectar las muestras, estaban bastante desocupadas ya que la cosecha había iniciado varios días atrás. Con respecto a las restantes dos muestras de seis semanas, estas se ubicaron en un área con variedades de ciclo más largo, por lo tanto, al momento de la recolección de muestras las camas aún se encontraban en fase de precorte y no se habían retirado tallos de estas (figura 14).

El valor de temperatura mínimo registrado durante la ejecución del ensayo fue de 6ºC mientras que la temperatura máxima alcanzada se ubicó en 31ºC.

Figura 14. Cultivo tradicional de crisantemos. Debido a la precocidad de algunas variedades estas pueden cosecharse antes que otras aun cuando ambas hayan sido sembradas el mismo día. Esto genera cambios importantes en el microclima del invernadero principalmente en factores tales como la temperatura y la humedad, debido al incremento de área de suelo descubierta y expuesta directamente a los rayos del sol.

El análisis estadístico de los datos obtenidos durante este procedimiento consistió en un ajuste de regresión. Como se puede observar en la figura 15, los valores obtenidos no presentaron una tendencia decreciente lineal con el paso de las semanas. De esta manera la curva que mejor ajuste presento durante el procedimiento de regresión fue aquella del tipo cuadrático ($P < 0.0001$; $r^2 = 0.9670$) (figura 15).

En el estudio de Nielsen (2013) también se encontró que el mejor ajuste de los datos correspondió a una recta de tipo lineal, lo que evidencia una tendencia decreciente y progresiva de la concentración de MI con el paso de los días. Nuevamente nuestros resultados se vieron afectados por el microclima predominante en cada una de las ubicaciones elegidas.

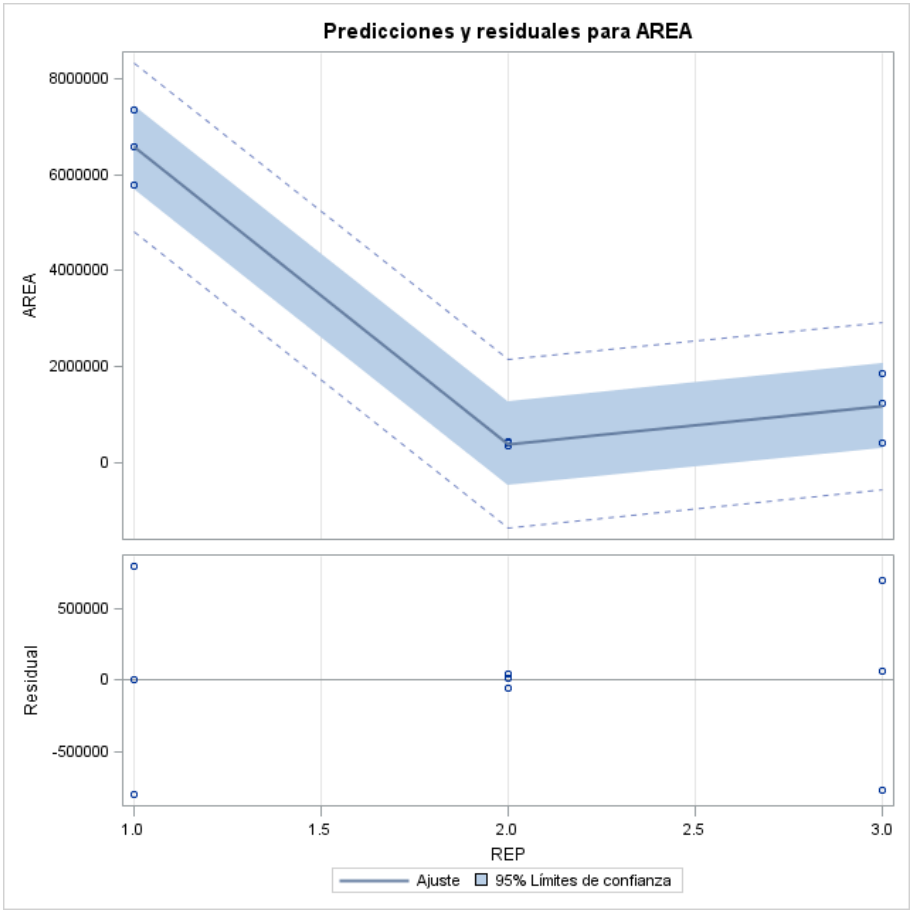


Figura 15. Distribución, ajuste y residuales de los valores de isonicotinato de metilo a las 0, 3 y 6 semanas de evaluación. Grafica obtenida en el programa S.A.S 9.4®.

Si bien se presentaron inconvenientes durante el montaje y evaluación del ensayo propuesto para determinar la vida útil de la kairomona (originados principalmente por desconocimiento de las características del producto evaluado) estos no afectaron seriamente los resultados finales de la prueba, lográndose determinar una duración superior a cuatro semanas (tiempo que según el fabricante corresponde a la vida útil del producto). En nuestro estudio, moderadas concentraciones de MI fueron detectadas por los procedimientos analíticos, incluso hasta la semana seis de evaluación.

Con el fin de obtener mejores resultados en estudios futuros se recomienda evaluar las kairomonas durante un periodo de tiempo que oscile entre ocho (8) y diez (10) semanas para determinar una vida útil máxima del producto. Adicionalmente, se sugiere realizar evaluaciones semanales tendientes a determinar con mayor precisión la curva de

liberación de volátiles a partir de los cebos. Como se pudo observar y debido a la sensibilidad de dichos productos a factores ambientales (principalmente la temperatura) se recomienda garantizar condiciones homogéneas para todas las muestras evaluadas. En términos de manejo práctico podría evaluarse también la implementación barreras físicas de bajo costo que impidan la exposición directa de los señuelos a los rayos del sol generando así una mayor duración del producto a través del tiempo.

Por último, sería de gran utilidad contar con un “patrón” original del material a analizar; sin embargo, y dado que este debe ser suministrado por la empresa fabricante su consecución podría ser difícil.

Feromona

A diferencia de los datos obtenidos durante el análisis de la kairomona (en la cual se encontró un compuesto mayoritario), en las muestras de feromona se halló un mayor número de componentes (nueve en total) (figura 16 y tabla 6).

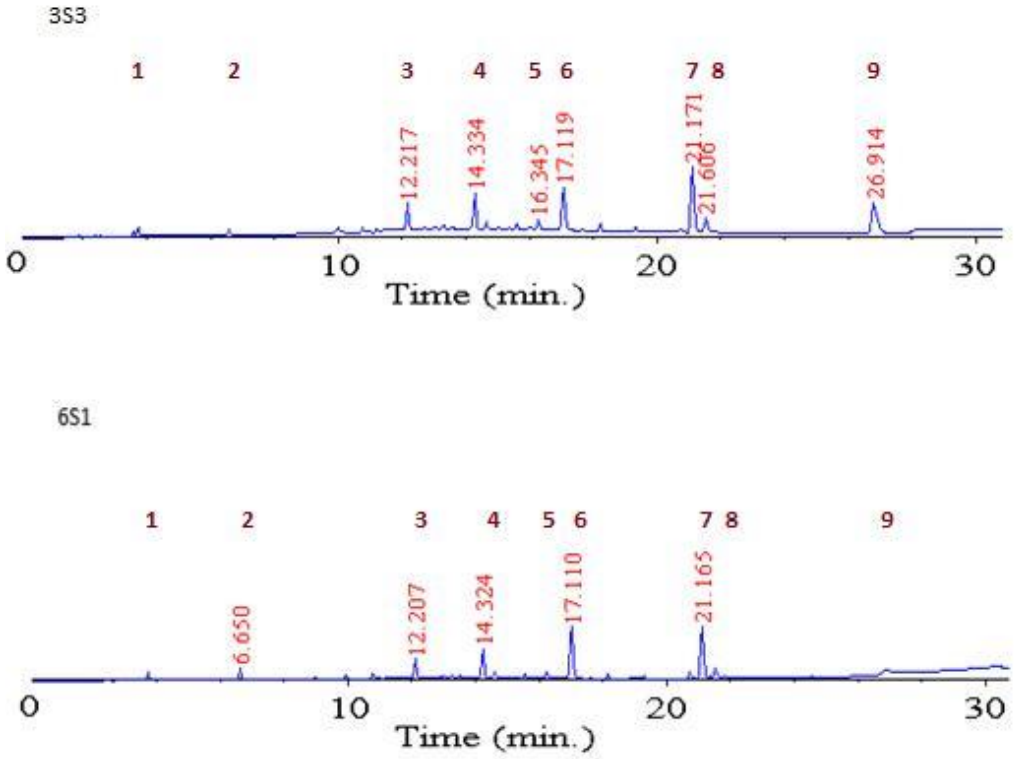


Figura 16. Análisis por GC - MS de las muestras denominadas feromona, de 3 y 6 semanas respectivamente.

Algunos de estos compuestos fueron identificados por el laboratorio y correspondieron a las siguientes sustancias: Pico 1. Eucaliptol., Pico 2. p-Cimeno., Pico 3. Alcanfor., Pico 4. No identificado., Pico 5. Isonicotinato de metilo., Pico 6. Sugiere: 2-(S)-metil- butirato de nerilo 25% de probabilidad., Pico 7. No identificado., Pico 8. No identificado., Pico 9. No identificado.

Hamilton *et all* (2005) caracterizaron por primera vez la feromona de agregación producida por machos de *F. occidentalis* permitiendo de esta forma ampliar el conocimiento en el campo de la comunicación química entre individuos de trips y brindando información para la industria de la formulación sintética de dichas moléculas tendientes al manejo de esta plaga.

En dicho estudio los autores identificaron dos componentes mayores caracterizados como (*R*) – acetato de lavandulyl y (*S*) – 2 – metil butirato de nerilo. Adicionalmente cinco compuestos menores también fueron identificados y correspondieron a: Acetato de geranilo, Acetato de nerilo, Pentanoato de lavandulyl, Penoato de geranilo y Metil butanoato de geranilo (Hamilton *et al*., 2005; Olaniran, 2013).

En la tabla 6 se presentan los picos cromatográficos emitidos por cada uno de los compuestos encontrados durante los análisis realizados a las nueve muestras de feromona.

Tabla 6. Área obtenida para cada uno de los picos en las diferentes muestras analizadas de feromona. No Identificado (NI).

Replica	Área								
	Eucaliptol	Cimeno	Alcanfor	NI	Metil Isonicotinato	Metil Butirato	NI	NI	NI
Fero0S1	2158	7134	5679	2548	5723	2007	2462	5012	9394
Fero0S2	1356	3501	2688	1053	2297	1161	1033	1759	4983
Fero0S3	1504	4367	3526	1335	3367	1335	1132	2364	5900
Fero3S1	1297	1031	2837	3612	720	8161	6278	2200	4712
Fero3S2	1674	1203	2245	4154	1003	838	8250	3842	9542
Fero3S3	>100	>100	1727	2868	646	4191	6747	1541	5334
Fero6S1	>100	826	1243	2118	4846	5258	>100	>100	>100
Fero6S2	866	1076	1284	2715	711	2200	5738	2328	3852
Fero6S3	832	768	880	2090	>100	973	5335	3238	5626

Al analizar detenidamente los resultados presentados en la tabla 6 se observan grandes diferencias entre los valores de cada una de las réplicas en varios de los compuestos detectados (picos 1, 5, 6, 8 y 9, principalmente). Estas diferencias en la concentración no solo se presentan entre las semanas evaluadas (0, 3 y 6) sino que también son evidentes entre replicas con el mismo periodo de exposición.

Por el contrario, los picos 2, 3, 4 y 7 presentaron valores más homogéneos entre cada una de las réplicas para cada periodo de exposición.

Al realizar el análisis de regresión a cada uno de los compuestos (picos) detectados en las muestras de feromona, ocho de los nueve compuestos hallados presentaron ajuste de tipo cuadrático y solo uno (compuesto 8) del tipo lineal; a continuación se presenta un breve resumen de los parámetros estadísticos más representativos para cada compuesto (tabla 7).

Tabla 7. Parámetros estadísticos más representativos dentro del análisis de regresión para cada compuesto detectado. Datos obtenidos del programa S.A.S 9.4®.

Muestra	**F-Valor**	**Pr > F**	**R - cuadrado**	**Tipo de ajuste**
Eucaliptol	2.52	0.1608	0.4562	Cuadrático
p - Cimeno	13.09	0.0065	0.8136	Cuadrático
Alcanfor	6.66	0.0300	0.6894	Cuadrático
NI	7.13	0.0259	0.7040	Cuadrático
Metil Isonicotinato	2.13	0.1999	0.4153	Cuadrático
Metil Butirato	1.02	0.4148	0.2542	Cuadrático
NI	6.07	0.0362	0.6692	Cuadrático
NI	1.00	0.3502	0.1252	Lineal
NI	1.77	0.2491	0.3708	Cuadrático

En la tabla 7, los picos 2, 3, 4 y 7 presentan una probabilidad mucho menor al valor del estadístico F y un valor de R – cuadrado superior al 65% en los cuatro casos, lo cual indica el buen ajuste que presentan los valores a la curva de regresión.

Por otra parte, los picos restantes 1, 5, 6, 8 y 9, presentaron un bajo ajuste a la curva de regresión (todas del tipo cuadrático excepto el compuesto 8 que presento un ajuste de tipo lineal) expresados en coeficientes de determinación (R – cuadrado) inferiores al 50% (el pico 8 solo obtuvo un R – cuadrado de 0.1252) (tabla 7).

El porcentaje de participación de cada compuesto sobre el área total (sumatoria del área todos los compuestos detectados) de cada muestra es presentado en la tabla 8.

Tabla 8. Porcentaje de participación de cada uno de los compuestos identificados sobre el total. El color rojo y su intensidad indican valores de participación bajos mientras que el color verde indica participaciones altas. El color blanco (o rojo y verde poco intensos) representan valores intermedios de participación. No Identificado (NI).

Replica	Área									Total (%)
	Eucaliptol	Cimeno	Alcanfor	NI	Metil Isonicotinato	Metil Butirato	NI	NI	NI	
Fero0S1	5,1	16,9	13,5	6,0	13,6	4,8	5,8	11,9	22,3	100,0
Fero0S2	6,8	17,7	13,6	5,3	11,6	5,9	5,2	8,9	25,1	100,0
Fero0S3	6,1	17,6	14,2	5,4	13,6	5,4	4,6	9,5	23,8	100,0
Fero3S1	4,2	3,3	9,2	11,7	2,3	26,5	20,4	7,1	15,3	100,0
Fero3S2	5,1	3,7	6,9	12,7	3,1	2,6	25,2	11,7	29,1	100,0
Fero3S3	0,4	0,4	7,4	12,3	2,8	18,0	29,0	6,6	22,9	100,0
Fero6S1	0,7	5,6	8,5	14,4	33,0	35,8	0,7	0,7	0,7	100,0
Fero6S2	4,2	5,2	6,2	13,1	3,4	10,6	27,6	11,2	18,5	100,0
Fero6S3	4,2	3,9	4,4	10,5	0,5	4,9	26,9	16,3	28,4	100,0

El compuesto 1 (eucaliptol) presenta porcentajes de participación que oscilan entre el rango de 0.4 y 6.8%, constituyéndose de esta manera como el componente de menor concentración en cada una de las muestras (tabla 8). Nótese que los colores rojo intenso y rojo moderado son los que prevalecen en dicha columna. Por el contrario, el compuesto 9 (no identificado) presenta los mayores porcentajes de participación en varias de las muestras analizadas (los valores oscilan entre el 0.7% y 29.1%). En esta ocasión resaltan los colores verde intenso y moderado y únicamente se observa una celda del color rojo intenso (replica 1 con 6 semanas de exposición). Los demás compuestos (2, 3, 4, 5, 6, 7 y

8) muestran porcentajes de participación muy variables de acuerdo a la semana y réplica analizada (porcentajes entre el 0.4 y 35.8%); la gama de colores en este grupo de compuestos es amplia y va desde el rojo intenso pasando por cada una de sus tonalidades más débiles hasta el blanco y posteriormente el verde.

Aparte del metil isonicotinato (del cual ya se ha hablado en este documento, por ser el ingrediente mayoritario de la kairomona Lurem – TR) otros cuatro compuestos identificados en los procedimientos analíticos merecen la atención debido a su reconocida importancia como atrayentes de insectos.

Uno de ellos, el metil butirato de nerilo (o neril metil butanoato) fue reportado hace más de una década como uno de los componentes principales de la feromona de agregación de trips (Hamilton *et al*., 2005). A partir de la fecha numerosos estudios ha permitido conocer su funcionamiento y aplicarlo con excelentes resultados al manejo integrado de esta plaga (Dublon, 2009; Sampson *et al*., 2012; Olaniran, 2013).

Por otra parte, estudios realizados por Katerinopoulos *et al* (2005) y Chermenskaya *et al* (2001) reportaron la importancia del compuesto 1,8 – cineol (también conocido como eucaliptol) como atrayente de varias especies de trips (entre ellas *F. occidentalis* y *T. tabaci*) y el cual se encuentra presente en varias plantas aromáticas tales como romero (*Rosmarinus officinalis* L.,) y laurel (*Laurus nobilis*). Este compuesto reduce principalmente la oviposición y los daños generados por la alimentación de dichas plagas.

Finalmente, cimeno y alcanfor, (también identificados en el presente estudio) han sido reportados ampliamente por la literatura por presentar bondades al momento de manejar poblaciones de insectos plaga. De acuerdo con Janmaat *et al* (2001) la combinación de p-cimeno (componente principal de varios aceites esenciales en plantas aromáticas) con dióxido de carbono, puede generar niveles de toxicidad similares a los de los fumigantes químicos estándar empleados para el manejo de adultos y larvas de *F. occidentalis*. Por otra parte el alcanfor ha sido reportado por presentar propiedades repelentes con polillas del género *Lobesia* sp., en uva (*Vitis vinifera* L) (Katerinopoulos *et al*., 2005).

A diferencia de lo que ocurre con la kairomona, donde se cuenta con suficiente información acerca de la vida útil de dicho producto y como algunos factores ambientales afectan su

duración, esta información es casi inexistente para la feromona. Sin embargo, podría esperarse que tal producto tolere de una mejor manera las fuertes fluctuaciones generadas por el clima y la dinámica de los cultivos donde se realice su implementación. Tal afirmación se fundamenta principalmente en las características de la formulación del producto, el cual consiste en un tabique de goma dentro del cual se encuentra el compuesto. No obstante y con el fin de no caer en imprecisiones es necesario evaluar a fondo y con mayor rigor ambos productos.

En nuestro estudio, altos niveles en la concentración de la feromona fueron detectados incluso hasta la semana seis de evaluación (similar a lo ocurrido con la kairomona). De acuerdo con el fabricante del producto la vida útil de la feromona oscila entre 4 y 6 semanas (Syngenta, 2014).

Al igual que con la kairomona, se sugieren evaluar las feromonas durante un mayor periodo de tiempo (8 a 10 semanas). También se recomienda realizar muestreos semanales con el fin de obtener una curva de liberación más precisa. Por último, se sugiere evaluar un mayor número de muestras durante cada periodo lo cual permitiría obtener mejores resultados y realizar un mayor análisis.

Respuesta de los trips a la combinación de colores y semioquímicos

Los resultados del experimento dos (2) (suma de individuos de trips capturados por tratamiento) se presentan en la figura 17. Durante las ocho (8) semanas que duro este experimento se capturaron 1.028 trips en 64 trampas acrílicas (un promedio de 16,06 trips por placa) (Anexo 2).

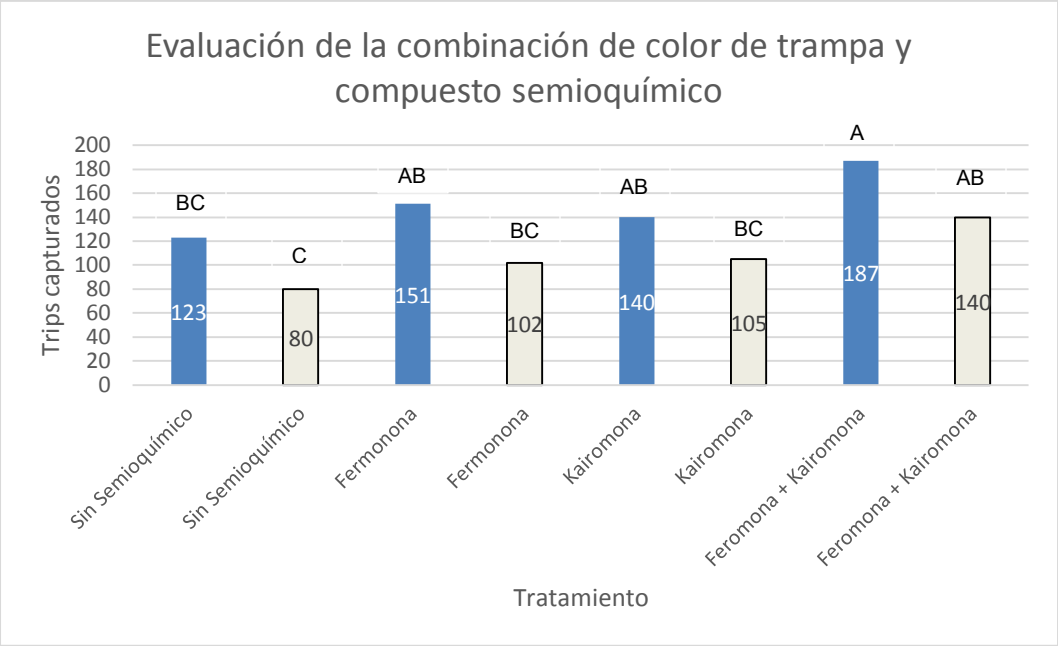


Figura 17. Suma de individuos de trips capturados durante ocho semanas en cada tratamiento. El color de la barra indica el color de la trampa acrílica evaluada (Azul o blanca) y la letra sobre la barra indica el resultado de la prueba de comparación de medias por el método de Duncan (Medias con la misma letra no son significativamente diferentes). Los tratamientos en los cuales la placa es de color azul (Tratamientos 1, 3, 5 y 7) capturaron más individuos que aquellos en los que el color de la placa es blanca (Tratamientos 2, 4, 6 y 8).

La mayor cantidad de capturas de trips se registró en los tratamientos en los cuales el color de la trampa acrílica fue azul (Figura 17 y 18) con un total de 601 individuos lo que equivale a un 58,46% del total. El número de capturas registrado por las trampas de color blanco fue de 427 individuos (41, 54%). En un estudio realizado por Sampson *et al*., (2012) los autores encontraron que el mayor número de capturas de trips ocurrió con trampas de color azul en comparación a los otros colores evaluados (amarillo, claro y negro). En esta oportunidad el efecto del color amarillo estuvo muy por encima de las capturas obtenidas por el color claro (blanco).

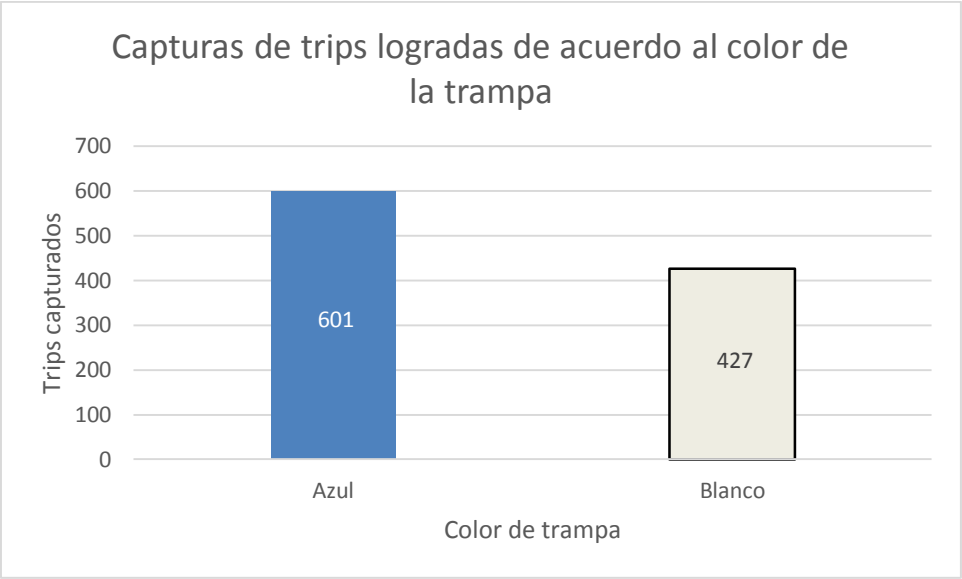


Figura 18. Suma de individuos de trips capturados en trampas de color azul y blanco durante el experimento dos (2). Las capturas registradas por las trampas azules fueron superiores en cerca de un 41% al ser comparadas con las registradas por trampas de color blanco.

De acuerdo a la información contenida en la tabla 11, las capturas de individuos de trips obtenidas por los tratamiento con placas de color azul (T1, T3, T5 y T7) fueron estadísticamente mayores ($P < 0.0005$) versus las capturas registrados por aquellos tratamiento en los cuales el color de la trampa era blanco.

Por otra parte, el análisis estadístico llevado cabo también permitió validar la pertinencia del modelo propuesto. A continuación se presenta un breve resumen de los parámetros estadísticos más relevantes (tabla 9).

Tabla 9. Parámetros estadísticos más representativos obtenidos en el análisis de varianza de los resultados de la combinación de color de trampa y tipo de semioquímico.

Fuente	**F-Valor**	**Pr > F**
Modelo	3.83	0.0001
Fila	1.95	0.0853
Columna	5.29	0.0002
Tratamiento	4.26	0.0012

De acuerdo a la información contenida en la tabla 9, el modelo y sus componentes (específicamente los tratamientos) presentan un estadístico F mayor a la probabilidad, indicado que hay diferencias estadísticamente significativas en el número de trips capturados con cada combinación de color de trampa y semioquímico evaluada (*P* Tratamientos < 0.0012).

Adicionalmente, el análisis de varianza también presenta diferencias estadísticamente significativas en principalmente en las columnas (es decir a través de las naves) indicando que la cantidad de individuos de trips capturados también vario a lo largo de toda el área experimental (bloque) como en principio se preveía (*P* Columnas < 0.0002).

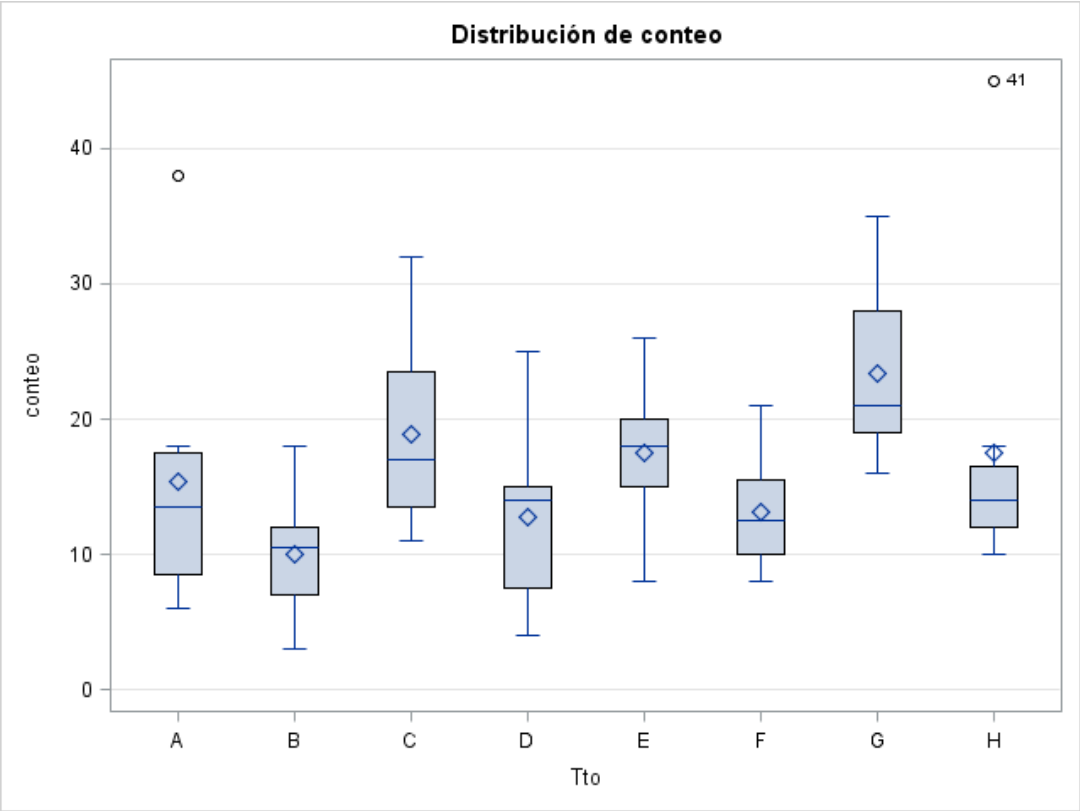


Figura 19. Diagrama de cajas para cada uno de los tratamientos evaluados durante la combinación del tipo de semioquímico y el color de la trampa.

En figura 19 se presenta un diagrama de cajas para cada uno de los tratamientos evaluados durante la combinación del tipo de semioquímico y el color de trampa. Nótese que el promedio de capturas de los tratamientos A, C, E y G (tratamientos en los cuales el color de trampa fue de color azul) es mayor al promedio de capturas registradas en su equivalente de color blanco (tratamientos B, D, F y H).

A continuación se puede observar los resultados del procedimiento de comparación de medias por el método de Duncan para cada uno de los tratamientos evaluados (tabla 10).

Tabla 10. Comparación de medias realizado por el método de Duncan para evaluar el efecto de la combinación del tipo de semioquímico y color de trampa.

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.					
Duncan Agrupamiento		**Media**	**N**	**Tto**	**Descripcion Tto**
	A	23.4	8	G	Trampa azul con feromona y kairomona
B	A	18.9	8	C	Trampa azul con feromona
B	A	17.5	8	H	Trampa blanca con feromona y kairomona
B	A	17.5	8	E	Trampa azul con kairomona
B	C	15.4	8	A	Trampa azul sin semioquímico
B	C	13.1	8	F	Trampa blanca con kairomona
B	C	12.8	8	D	Trampa blanca con feromona
	C	10.0	8	B	Trampa blanca sin semioquímico

De acuerdo a la información contenida en la tabla 10, se puede concluir que hay diferencias significativas entre el promedio de capturas registradas en el tratamiento G (trampa azul con feromona y kairomona como compuestos atrayentes) – quien a su vez fue la combinación que registró el mayor valor de capturas – versus los demás tratamientos evaluados. Adicionalmente, se observan diferencias significativas entre el tratamiento que obtuvo el menor número de capturas promedio (trampa blanca sin semioquímico y que corresponde al tratamiento B en la tabla 10) y los demás tratamientos evaluados. Los demás tratamientos (B, C, D, E, F y H) no presentan diferencias estadísticamente significativas al momento de comparar el valor promedio de sus capturas.

Con respecto al compuesto químico evaluado, las capturas de trips fueron significativamente mayores cuando se evalúo la combinación de los dos productos químicos utilizados (feromona y kairomona) (figura 20 y tabla 11). Los efectos de la feromona y kairomona sobre las capturas fueron muy similares durante toda la evaluación. El menor número de capturas se registró cuando no se adicionaba ningún compuesto semioquímico a las trampas.

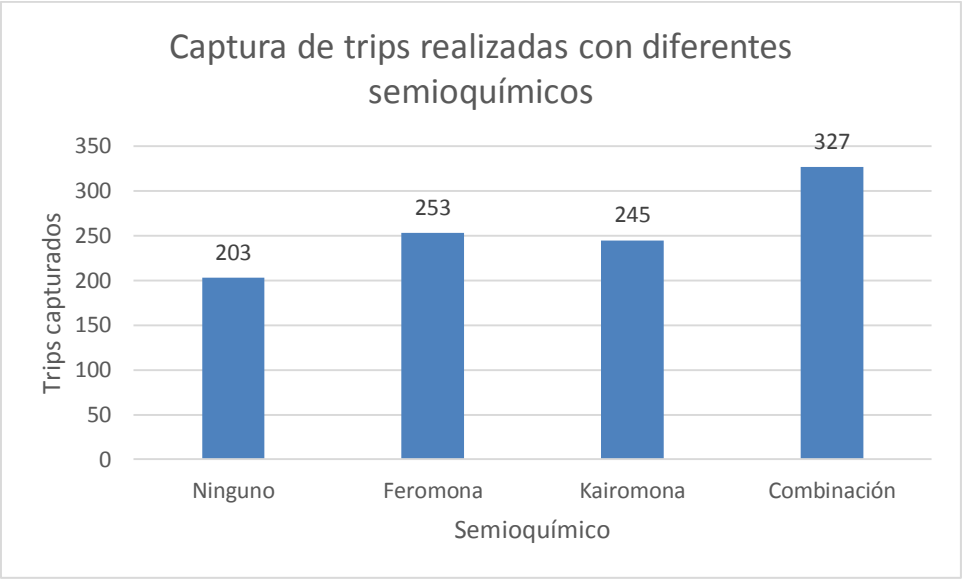


Figura 20. Suma de individuos de trips capturados con diferentes compuestos semioquímicos durante el experimento dos (2). Las capturas registradas cuando se evalúo la combinación de feromona con la kairomona, fueron significativamente superiores a las capturas cuando se evaluaron por separado o no se usaron los dos compuestos.

La tabla 11 presenta los contrastes ortogonales que se realizaron para el evaluar estadísticamente el efecto de cada uno de los factores evaluados (tipo de semiquímico y color de trampa). En los contrastes uno (1) al 28 se compara individualmente los tratamientos, mientras que en los demás contrastes se evalúa el efecto del color (contraste 29) y el efecto de los compuestos semioquímicos evaluados sin importar el color de la trampa (contrastes 30 al 35).

Tabla 11. Procedimiento de contrastes ortogonales para evaluar el efecto de la combinación del tipo de semioquímico y color de trampa. El efecto del color corresponde al contraste “t1, t3, t5 y t7 vs t2, t4, t6 y t8”. El contraste 30 evalúa el efecto de la feromona más la kairomona sobre los testigos absolutos sin importar el tipo de color de trampa. Los contrates 31 y 32 evalúan el efecto de la kairomona y feromona, respectivamente, sin importar el color. Los contrastes 33 y 34 evalúan en efecto de los tratamientos con kairomona y feromona versus los tratamientos con feromona o kairomona, respectivamente sin importar el color. Por último, el contraste 35 compara el efecto de la feromona y la kairomona omitiendo el efecto del color.

Número de contraste	Contraste	DF	Contraste SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
1	**t1 vs t2**	1	115.5625000	115.5625000	3.52	0.0676
2	**t1 vs t3**	1	49.0000000	49.0000000	1.49	0.2286
3	**t1 vs t4**	1	27.5625000	27.5625000	0.84	0.3647
4	**t1 vs t5**	1	18.0625000	18.0625000	0.55	0.4623
5	**t1 vs t6**	1	20.2500000	20.2500000	0.62	0.4366
6	**t1 vs t7**	1	256.0000000	256.0000000	7.80	0.0078
7	**t1 vs t8**	1	18.0625000	18.0625000	0.55	0.4623
8	**t2 vs t3**	1	315.0625000	315.0625000	9.60	0.0035
9	**t2 vs t4**	1	30.2500000	30.2500000	0.92	0.3425
10	**t2 vs t5**	1	225.0000000	225.0000000	6.86	0.0122
11	**t2 vs t6**	1	39.0625000	39.0625000	1.19	0.2815
12	**t2 vs t7**	1	715.5625000	715.5625000	21.80	<.0001
13	**t2 vs t8**	1	225.0000000	225.0000000	6.86	0.0122
14	**t3 vs t4**	1	150.0625000	150.0625000	4.57	0.0384
15	**t3 vs t5**	1	7.5625000	7.5625000	0.23	0.6337
16	**t3 vs t6**	1	132.2500000	132.2500000	4.03	0.0512
17	**t3 vs t7**	1	81.0000000	81.0000000	2.47	0.1237
18	**t3 vs t8**	1	7.5625000	7.5625000	0.23	0.6337

19	**t4 vs t5**	1	90.2500000	90.2500000	2.75	0.1047
20	**t4 vs t6**	1	0.5625000	0.5625000	0.02	0.8965
21	**t4 vs t7**	1	451.5625000	451.5625000	13.76	0.0006
22	**t4 vs t8**	1	90.2500000	90.2500000	2.75	0.1047
23	**t5 vs t6**	1	76.5625000	76.5625000	2.33	0.1342
24	**t5 vs t7**	1	138.0625000	138.0625000	4.21	0.0465
25	**t5 vs t8**	1	0.0000000	0.0000000	0.00	1.0000
26	**t6 vs t7**	1	420.2500000	420.2500000	12.80	0.0009
27	**t6 vs t8**	1	76.5625000	76.5625000	2.33	0.1342
28	**t7 vs t8**	1	138.0625000	138.0625000	4.21	0.0465
29	**t1,t3,t5 y t7 vs t2,t4,t6 y t8**	1	473.0625000	473.0625000	14.41	0.0005
30	**t7 y t8 vs t1,t2**	1	480.5000000	480.5000000	14.64	0.0004
31	**t5 y t6 vs t1,t2**	1	55.1250000	55.1250000	1.68	0.2021
32	**t3 y t4 vs t1,t2**	1	78.1250000	78.1250000	2.38	0.1304
33	**t7 y t8 vs t3,t4**	1	171.1250000	171.1250000	5.21	0.0275
34	**t7 y t8 vs t5,t6**	1	210.1250000	210.1250000	6.40	0.0152
35	**t3 y t4 vs t5,t6**	1	2.0000000	2.0000000	0.06	0.8062

Al comparar el número de capturas registradas por el tratamiento siete (trampa de color azul con feromona y kairomona) con cada uno de los tratamientos, se obtienen las mayores diferencias estadísticas. En conclusión el tratamiento siete permitió obtener el mayor número de capturas de trips en comparación a los demás tratamientos evaluados (incluyendo los testigos absolutos).

En dicha tabla también se puede observar que no hay diferencias estadísticamente significativas cuando se comparan las capturas obtenidas por trampas del mismo color pero con diferente semioquímico (contrastes 15 y 20 de la tabla 11). Tampoco existen diferencias significativas entre las capturas alcanzadas por trampas de color azul (con feromonas o kairomonas) y las capturas de trampas de color blanco con los dos semioquímicos (contrastes 18 y 25).

El comportamiento de las capturas durante las ochos semanas de duración del experimento fue bastante heterogéneo, registrándose un mayor número de capturas durante las dos primeras semanas de evaluación (el 51.55% de las capturas ocurrió en estas dos semanas) (figura 21). Posteriormente, las capturas de trips mostraron un fuerte descenso desde la semana tres (3) hasta la semana seis (6). A partir de la semana siete (7) las capturas de trips se incrementaron nuevamente en las trampas de captura.

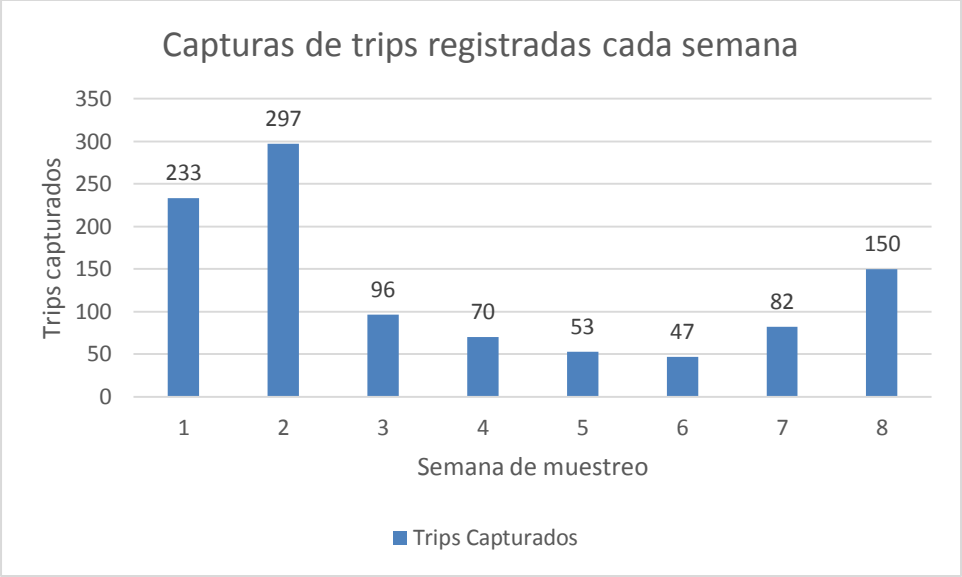


Figura 21. Suma de individuos de trips capturados durante ocho semanas de evaluación. Nótese que durante las dos primeras semanas ocurre el mayor número de capturas (51.55% del total). Posteriormente se registra una fuerte reducción en el número de captura logradas desde la semana tres (3) hasta la semana (6). Finalmente durante las dos últimas semanas de evaluación (semanas siete (7) y ocho (8) nuevamente se presenta un notable incremento en el número de capturas.

Dicho comportamiento exhibido por las trampas de captura durante cada una de las semanas de muestreo podría ser explicado basándonos principalmente en los siguientes factores: ciclo de vida de la plaga, ciclo de vida del cultivo y concentración de volátiles atrayentes en medio ambiente.

Ciclo de vida de la plaga. Durante las dos primeras semanas del experimento una alta población de trips fue reportada a lo largo del invernadero todo por el personal del sanidad que labora para la finca y cuya detección fue realizada por medio de la inspección directa

a tallos. Al realizar la instalación de los difusores con el atrayente e incrementar el número de trampas en el bloque gran parte de dicha población habría sido capturada por las mismas. La fuerte reducción en el número de capturas registrado por las trampas entre las semanas dos y tres de monitoreo, se habría generado como resultado de un proceso de empupamiento de la plaga en el suelo, el cual se prolongaría durante tres o cuatro semanas más. Esto limitaría el número de individuos en las partes apicales de las plantas, lo que se traduciría en bajas capturas. Culminada la fase de empupamiento nuevos individuos emergerían del suelo y al percibir el efecto de los volátiles se dirigirían a las trampas, incrementando nuevamente el número de capturas.

Ciclo de vida del cultivo. El montaje del experimento se realizó cuando las plantas tenían entre cuatro y cinco semanas de haber sido trasplantadas a campo. En este momento se encontraban en una fase de crecimiento vegetativo acelerado. De acuerdo a la literatura los trips presentan especial preferencia por tejidos tiernos para la alimentación que a su vez le permiten ocultarse en meristemos y puntos terminales (Harbi *et al*., 2013). A partir de la semana tres de ejecución del ensayo (semanas seis y siete de cultivo) se inició el desbotone, una práctica habitual y obligatoria que tiene por objeto retirar el botón foliar principal con el fin de estimular puntos florales secundarios generando así un mayor número de flores por tallo. Esta labor genera una fuerte manipulación de la planta por parte de los trabajadores del cultivo, que podrían traducirse en señales de alerta para que individuos de trips ubicados en las plantas, migren hacia el suelo buscando refugio. En la semana siete del experimento (10 y 11 de cultivo), gran parte del área presentaba floración y se encontraba próxima al inicio de cosecha. En esta etapa, una gran cantidad de volátiles naturales emanados a partir de las flores, podría atraer nuevamente altas poblaciones de la plagas con el fin de obtener refugio, alimentación y nuevos puntos de oviposición.

Concentración de semioquímicos en el medio. El comportamiento de las capturas obtenidas durante el experimento podría ser a su vez consecuencia de la concentración de volátiles emitidos por cada uno de los señuelos. De esta manera se procedió a realizar un análisis de correlación entre los valores de capturas y la concentración de los compuestos identificados tanto en la kairomona como en la feromona; solo se tuvieron en cuenta las capturas en trampas con feromona y kairomona únicamente (no se consideraron las capturas en trampas sin señuelo – tratamientos 1 y 2 – ni las capturas en trampas con

los dos señuelos – tratamientos 7 y 8). A continuación se presentan los resultados obtenidos en cada análisis (figuras 22 y 23; tablas 12 y 13).

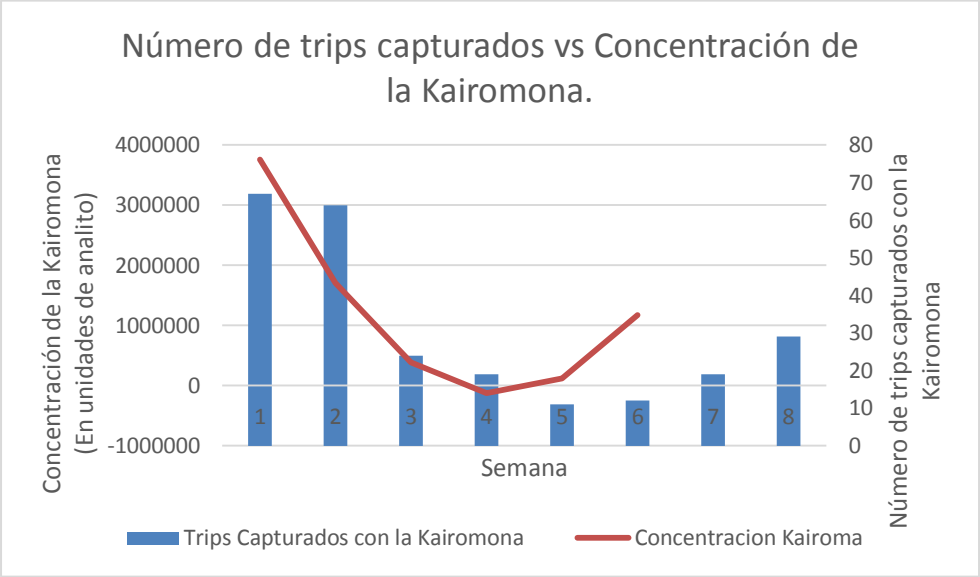


Figura 22. Numero de capturas de trips vs la concentración de la kairomona. Los valores de individuos de trips corresponden a las capturas obtenidas por trampas que se encontraban sometidas al efecto de la kairomona únicamente; nótese el comportamiento similar que presentan tanto las barras azules (trips capturados) como la concentración de la kairomona (línea naranja).

En la figura 22 se presentan los valores de las capturas obtenidas por las trampas que se encontraban sometidas únicamente al efecto de la kairomona (barras azules y eje derecho); de igual manera se incluye en dicha grafica el valor de la concentración del señuelo determinado con base en los análisis de microextracción y cromatografía de gases (línea naranja y eje izquierdo).

Si bien y de acuerdo a lo comentado durante el análisis de la evaluación de vida útil de los cebos con semioquimico (al principio de este capítulo) donde se manifestó que la curva de liberación podría haber sido afectada por las condiciones ambientales de la zona de estudio (principalmente la temperatura), dicho comportamiento no discreparía ampliamente del que pudiese haber registrado.

Por lo tanto, podemos atrevernos a decir que durante las semanas 1 y 2 de evaluación, la concentración de volátiles en los señuelos con kairomona fue máxima, sin embargo, esta tiende a disminuir rápidamente a través del tiempo. Las capturas registradas siguieron la misma tendencia, ubicándose en el nivel el más bajo hacia la semana 5 de evaluación (únicamente 11 individuos capturados). Por último, durante las semanas 7 y 8 (periodo en el cual se encontraría una baja cantidad de volátiles en los dispensadores – desafortunadamente no medida) las capturas experimentan un incremento significativo (29 individuos capturados en la semana 8 de evaluación).

El procedimiento estadístico llevado a cabo con estos datos correspondió a un análisis de correlación haciendo uso del paquete estadístico S.A.S 9.4®. De acuerdo a la información contenida en la tabla 12, el coeficiente de correlación fue del 82,33% indicando de esta forma una fuerte correlación entre los valores de las capturas y la concentración de los volátiles en las muestras de kairomona ($P < 0.0440$).

Tabla 12. Resultados del análisis de correlación entre las capturas obtenidas por las trampas acrílicas y la concentración de la kairomona.

Coeficientes de correlación Pearson, N = 6 **Prob > |r| suponiendo H0: Rho=0**		
	CAPTURAS	**Metil Isonicotinato**
CAPTURAS	1.00000	0.82339 0.0440
COMPUESTO 1	0.82339 0.0440	1.00000

Con respecto a la feromona, los análisis de correlación mostraron la fuerte relación entre la cantidad de trips capturados y la concentración de los compuestos eucaliptol (88%), alcanfor (88%) y el pico ocho (el cual desafortunadamente no fue identificado por el laboratorio) con 87%. Adicionalmente, el compuesto p – cimeno y el pico nueve (no identificado) presentaron una relación intermedia (figura 23 y tabla 13).

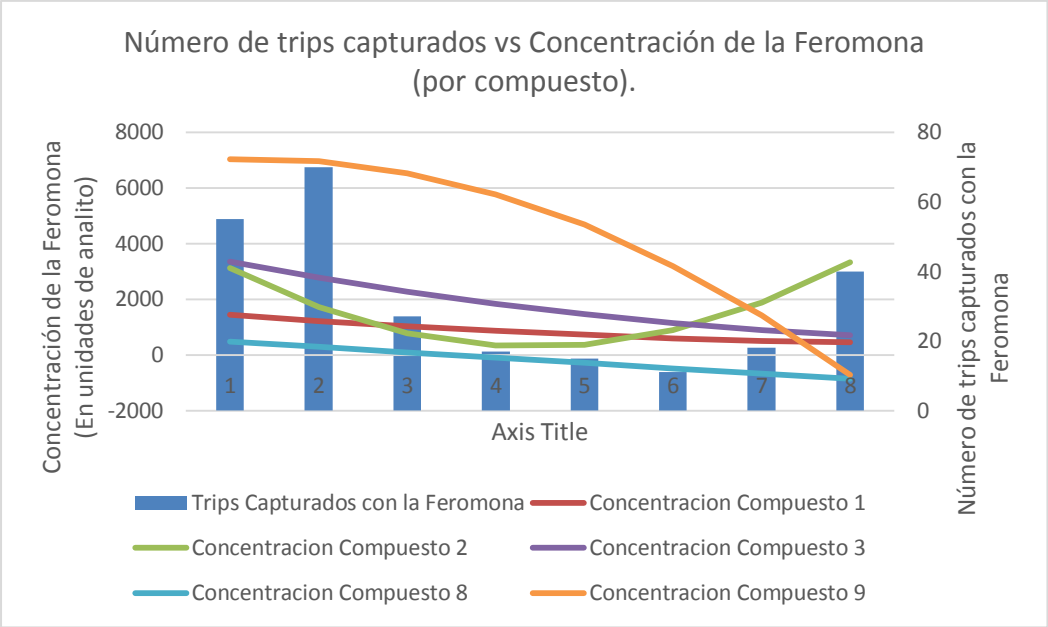


Figura 23. Número de capturas de trips vs la concentración de la feromona. Los valores de individuos de trips corresponden a las capturas obtenidas por trampas que se encontraban sometidas al efecto de la feromona únicamente; las líneas de colores corresponden a los compuestos que de acuerdo al análisis de correlacion presentaron el mejor ajuste.

Sorpresivamente los compuestos Metil isonicotinato y metil butirato presentaron bajas correlaciones con respecto al número de capturas (37.2% y 7% respectivamente) (tabla 13).

Tabla 13. Resultados del análisis de correlación entre las capturas obtenidas por las trampas acrílicas y la concentración de la feromona. No identificado (NI).

Coeficientes de correlación Pearson, N = 6 Prob > |r| suponiendo H0: Rho=0										
	CAPTURAS	**Eucaliptol**	**Cimeno**	**Alcanfor**	**NI**	**Metil Isonicotinato**	**Metil Butirato**	**NI**	**NI**	**NI**
CAPTURAS	1.00000	0.88036 0.0206	0.77126 0.0725	0.88006 0.0207	0.06401 0.9041	0.37255 0.4670	- 0.07807 0.8831	0.00617 0.9907	0.87008 0.0242	0.78135 0.0665

El número de capturas registrado por las trampas de color blanco con feromonas fue 1,28 veces mayor que su respectivo testigo (trampa blanca sin semioquímico). Cuando las trampas blancas poseían kairomonas las capturas fueron 1,31 veces más que el testigo. Finalmente trampas blancas con feromona y kairomonas alcanzaron capturas 1,75 veces más altas que trampas sin el cebo.

Con respecto al color azul, trampas con feromona capturaron 1,23 veces más que el testigo. Trampas con kairomonas atraparon 1,14 veces más y trampas con los dos semioquímicos atraparon 1,52 veces más individuos que el testigo sin cebo.

Broughton y Harrison (2012) en un estudio realizado en árboles frutales registraron capturas tres veces mayores en trampas cebadas con Lurem – TR® y Thripline ® ams versus trampas testigo no cebadas.

Por otra parte Broughton *et al*., (2015b) evaluaron el uso de la kairomona Lurem – TR® y la feromona Thripline ® ams en un invernadero de rosa ubicado en Australia obteniendo como resultados incrementos en el valor de las capturas de *F. occidentalis* entre 1,2 y 4 veces más en comparación a trampas sin difusores.

Harbi *et al*., (2013) reportaron valores de captura de trips 1,24 a 8,64 veces más altos que trampas sin kairomonas en un invernadero de pimiento en Túnez.

Si bien esta investigación busco garantizar la distancia sugerida de ubicación para los difusores de acuerdo a las recomendaciones del fabricante, las propiedades y características del producto (principalmente su volatilidad) hacen que este sea altamente sensible a cambios en el ambiente generando de esta forma respuestas diferentes en términos de captura de individuos. Por lo tanto, es altamente probable que trampas sin difusores (testigos) hayan experimentado una fuerte captura de trips por el solo hecho de localizarse cerca de trampas cebadas con difusores (feromonas y/o kairomonas). Teulon *et al*., (2007) identificaron que el olor de una trampa cebada aumenta la captura de trips en trampas cercanas sin cebo. A pesar de que las trampas con cebo capturaron más que cualquier trampa sin cebo, trampas testigo cercanas a trampas con difusor atraparon más trips que las trampas sin cebo ubicadas no muy cerca de trampas cebadas. La dirección y velocidad del viento es el principal responsable de este fenómeno.

Respuesta de los trips a la dosis de semioquímicos

Los resultados del experimento tres (respuesta de los trips a la dosis de semioquímico) se presentan en la figura 24. Durante las siete (7) semanas que tuvo como duración este experimento se capturaron 2.364 trips en 36 trampas acrílicas (un promedio de 65.66 trips por placa) (Anexo 3).

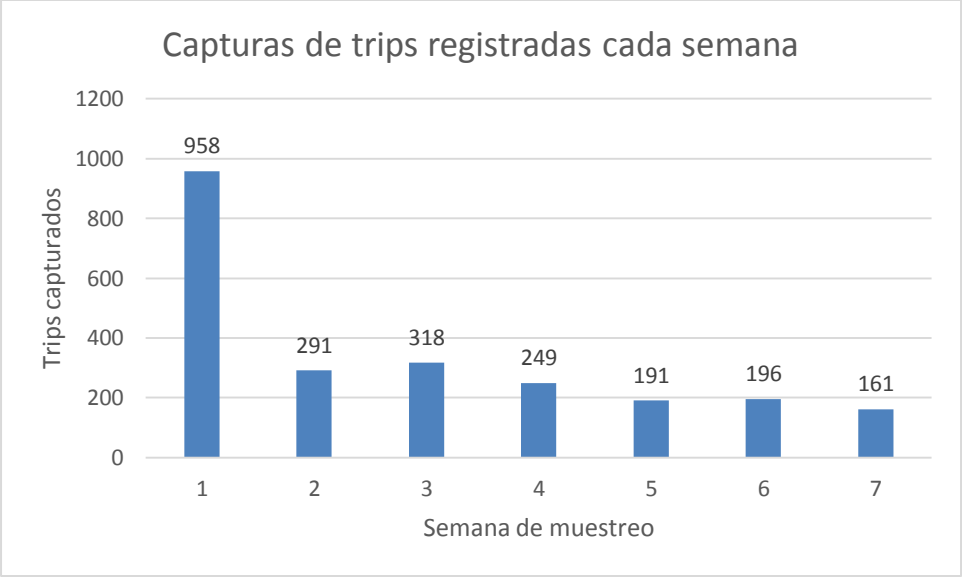


Figura 24. Suma de individuos de trips capturados durante siete semanas de evaluación. Nótese que durante la primera semana ocurre el mayor número de capturas (40.52% del total); en este momento la finca decide realizar una aplicación de choque con el fin de reducir la alta población de la plaga. Durante las tres semanas siguiente el número de capturas se mantiene estable oscilando entre el rango de 249 (semana 4) y 318 individuos (semana 3). En las tres últimas semanas de evaluación el número de capturas se ubicó por debajo de los 200 individuos (191 individuos capturados en la semana 5, 196 en la semana 6 y 161 en la semana 7).

De acuerdo al monitoreo indirecto realizado por la empresa Cultivos Casablanca S.A.S., previo al montaje de la prueba, el número de trips capturados por las trampas acrílicas era de 1.2 trips·placa^{-1}·semana^{-1} en el bloque donde se llevó a cabo el experimento.

Una vez concluida la evaluación con semioquímicos el promedio de capturas se incrementó a 9.4 trips·placa^{-1}·semana^{-1} (7,8 veces más capturas versus el promedio de individuos en las trampas antes del inicio la prueba).

A continuación se presenta el número de capturas de trips registrado por cada tratamiento (figura 25).

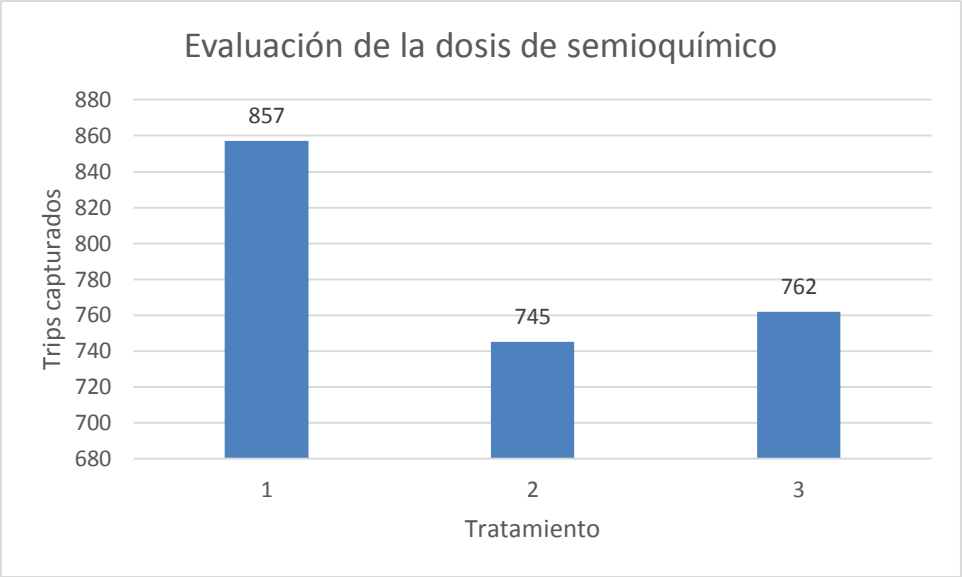


Figura 25. Suma de individuos de trips capturados durante siete semanas en cada tratamiento. El tratamiento en el cual se evalúo la menor dosis (subdosis) fue el que registro el mayor número capturas (857 individuos), seguido del tratamiento con la mayor dosis (sobredosis) (762 individuos). El tratamiento con la dosis recomendada por los fabricantes fue quien presento el menor número de capturas (745 individuos).

El tratamiento subdosis fue el tratamiento que mayor número de capturas registró (36,25% del total). Paradójicamente, el tratamiento con la dosis recomendada por el fabricante fue el que menor número de trips capturo (31,51% del total). El tratamiento sobredosis presento un número de capturas que fue superior al alcanzado por la dosis recomendada pero se ubicó por debajo de los resultados alcanzados por la subdosis (32,24%).

De acuerdo con Nielsen (2013) la variación en el número de trips capturados en trampas con cebos de kairomona instaladas en invernaderos puede, en cierta medida, atribuirse en primer lugar a diferencias en la cantidad de la kairomona liberada a partir de los

dispensadores utilizados y en segunda medida a diferencias en la concentración de la kairomona cerca de la trampa.

La eficacia de la sustancias semioquímicas depende principalmente de las propiedades físicas de la molécula (naturaleza, volatilidad, solubilidad y vida útil) y como estas responden frente a cambios en el medio ambiente. Un factor abiótico importante que controla la eficacia de las feromonas es la temperatura que aumenta la difusión de las moléculas en el aire (Heuskin *et al*., 2011).

El estudio realizado por Nielsen en 2013, donde evalúo el número de capturas de trips en respuesta a la dosis de metil isonicotinato, presento una débil relación positiva entre las capturas y la cantidad de MI liberado a partir de los difusores durante la ejecución del primer experimento y una nula relación entre las dos variables (capturas y cantidad de MI) durante el segundo experimento.

El análisis estadístico llevado a cabo con los resultados obtenidos en el presente estudio permitió concluir que no hay diferencias significativas en términos estadísticos entre el número de capturas y el incremento en la dosis de metil isonicotinato (tablas 14 y 15). Este hallazgo corrobora los resultados encontrados por Nielsen (2013).

Tabla 14. Comparación de medias realizado por el método de Duncan para evaluar el efecto de la dosis de semioquímico.

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.				
Duncan Agrupamiento	**Media**	**N**	**Tto**	**Descripción Tto**
A	285.67	3	A	Subdosis
A	254.00	3	C	Sobredosis
A	248.33	3	B	Dosis recomendada

El procedimiento de comparación de medias realizado por el método de Duncan permite inferir que no hay diferencia estadísticas entre ninguno de los tres tratamientos evaluados (subdosis, dosis recomendada y sobredosis) (tabla 14). Adicionalmente, el procedimiento de contrastes ortogonales realizado a los mismos datos descarta relación alguna entre las capturas y la dosis (*P* > 0,05) (tabla 15).

Tabla 15. Procedimiento de contrastes ortogonales para evaluar el efecto de la dosis de semioquímico.

Contraste Numero	Contraste	DF	Contraste SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
1	**t1 vs t2**	1	2090.666667	2090.666667	0.70	0.4910
2	**t1 vs t3**	1	1504.166667	1504.166667	0.50	0.5516
3	**t2 vs t3**	1	48.166667	48.166667	0.02	0.9106

La figura 26 presenta el diagrama de cajas para los tres tratamientos. Nótese la cercanía entre el valor medio de capturas, especialmente en los tratamientos dosis recomendada y sobredosis.

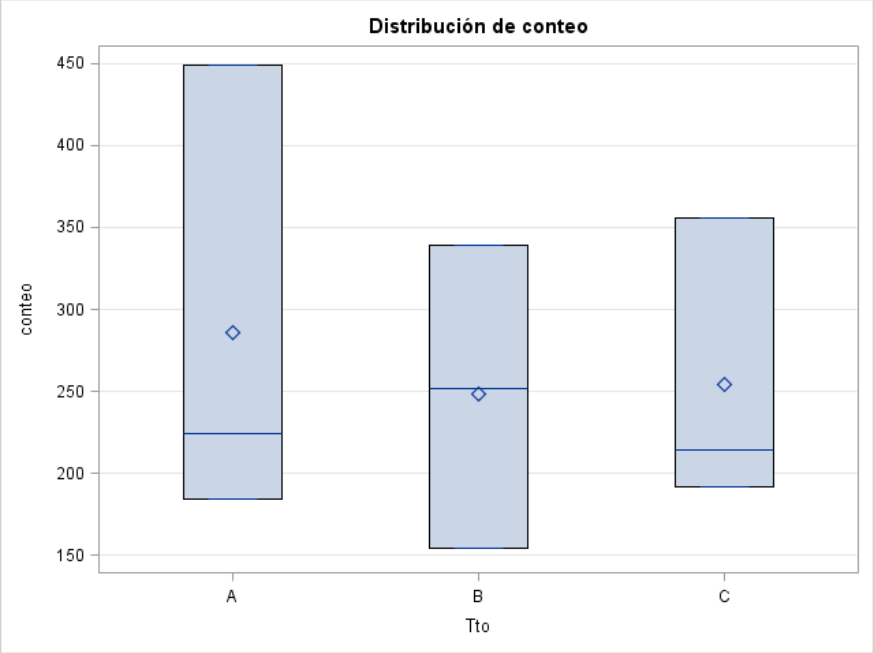


Figura 26. Diagrama de cajas para cada uno de los tratamientos evaluados durante comparación de dosis de semioquímico.

Identificación de especies de trips capturadas

La identificación de especímenes de trips realizada por el especialista en trips, Everth Ebratt Ravelo, funcionario del Instituto Colombiano Agropecuario – ICA, dio como resultado el hallazgo de cinco especies. A continuación se presenta la especie y la abundancia de la misma (tabla 16).

Tabla 16. Especies de trips identificadas durante la ejecución del presente estudio. El porcentaje de participación fue obtenido de acuerdo a un total de 53 individuos.

Especie identificada	Número de individuos	Porcentaje de participación
Frankliniella occidentalis	6	11,3
Frankliniella panamensis	12	22,6
Frankliniella minuta	10	18,9
Thrips tabaci	10	18,9
Thrips australis	15	28,3

Un total de 53 especímenes de trips fueron identificados, colectados a partir de las trampas de captura durante la realización de ensayo de evaluación de combinación de color de trampa y tipo de semiquímico. La especie que presento la mayor abundancia fue *T. australis*, seguida de *F. panamensis*, *T. tabaci* y *F. minuta*. La especie que menor ocurrencia presento fue *F. occidentalis*.

Cárdenas y Corredor (1993) reportaron la ocurrencia de las especies *F. occidentalis*, *F. panamensis*, *F. minuta* y *T. tabaci* durante estudios realizados en invernaderos de flores ubicados en la sabana de Bogotá.

Sin embargo, Calixto (2005) realizo una de las investigaciones más completas tendientes a identificar las especies de trips presentes en la sabana de Bogotá; dicho estudio identifico 79 especies distribuidas en tres géneros y tres familias. Las cinco especies identificadas en nuestro estudio también fueron reportadas por la investigación de Calixto (2005).

Análisis de costos

Manejo químico (aspersiones y drench´s)

Al realizar una revisión de los registros de aplicación históricos de la finca durante el último año (52 semanas) se determinó que el número de aplicaciones promedio por semana para el control de trips fue de 1.5 aspersiones.semana^{-1}. Estas aplicaciones comienzan a realizarse a partir de la semana 2 de cultivo y se prolongan hasta la semana 11 cuando ya el cultivo inicia su fase de cosecha. De esta manera, el número de aplicaciones realizadas durante un ciclo de cultivo correspondió a 15 aplicaciones (valor obtenido de multiplicar el número promedio de aplicaciones por semana y que corresponde a 1.5 apersiones.semana^{-1} por el número de semanas durante las cuales se realiza manejo químico, es decir 10 semanas).

El costo de cada una de las estrategias (aspersiones, drench`s y manejo con semioquímicos) fue calculado por hectárea. El número de camas que componen una hectárea de crisantemos es de 164 camas.ha^{-1}. Durante una aplicación para el manejo de trips se asperjan 7 lt.cama^{-1} requiriendo de esta manera 1148 lt de mezcla para asperja la hectárea tratada.

A continuación se presentan los costos promedio (valor en pesos colombianos – COP del litro o kilogramo de producto de acuerdo a la formulación) y las dosis (en gramos o centímetros cúbicos de acuerdo a la formulación) de cada uno de los insecticidas empleados para el manejo de trips en la finca Cultivos Casablanca S.A.S., (tabla 17).

Tabla 17. Costo y dosis de los insecticidas utilizados el manejo de trips en la finca Cultivos Casablanca S.A.S.

Producto	Costo (en lt ó kg)	Dosis (en cc ó gr)
Volkar 90SP	$80.399	0,9
Cazador 80WG	$1.145.500	0,12
Evisect S	$114.422	0,8
Tracer 120SC	$576.422	0,3
Silex 75WG	$50.963	0,75

Movento OD	$363.784	0,75
Match 50EC	$108.924	0,8
Coadyuvante	$16.754	0,5

La rotación de productos empleados para el manejo de trips en la finca Cultivos Casablanca S.A.S., contempla insecticidas pertenecientes a diferentes grupos químicos y que a su vez presentan diferentes mecanismos de acción. A continuación se resumen brevemente sus características y propiedades más relevantes (tabla 18).

Tabla 18. Ingredientes activos, mecanismos de acción y principales funciones fisiológicas de los insecticidas empleados en la finca Cultivos Casablanca S.A.S., para el manejo de trips.

Producto	**Ingrediente activo IA**	**Grupo IRAC[1]**	**Mecanismo de acción[1]**	**Función fisiológica afectada[1]**
Volkar 90SP	Methomyl	1A	Inhibición Acetilcolinesterasa	Nervios y músculos
Silex 75WG	Clorpirifos	1B	Inhibición Acetilcolinesterasa	Nervios y músculos
Cazador 80WG	Fipronil	2B	Antagonismo canales de cloruro GABA	Nervios y músculos
Tracer 120SC	Spinosad	5	Antagonismo receptores Acetilcolina	Nervios y músculos
Evisect S	Thiocyclam	14	Antagonismo de los canales receptores de Acetilcolina	Nervios y músculos
Match 50EC	Lufenuron	15	Inhibición de la Biosíntesis de quitina	Crecimiento
Movento OD	Spirotetramat	23	Inhibición Acetilcarboxilasa	Crecimiento

[1] Fuente: http://www.irac-online.org/modes-of-action/

Con el fin de determinar el costo de las aplicaciones de los insecticidas, se elaboró una rotación de los mismos basada en los mecanismos de acción presentados en la tabla 15. Las aplicaciones uno, dos, tres, cuatro y cinco fueron realizadas en su orden con los insecticidas Volkar 90SP, Cazador 80WG, Evisect S, Tracer 120SC y Silex 75WG (grupo IRAC 1A, 2B, 14, 5 y 1B, respectivamente); estos insecticidas se caracterizan por presentar una marcada acción sobre adultos, principalmente. Una vez concluida la rotación de productos, esta iniciaba nuevamente (las aplicaciones seis y 11 marcan el inicio de cada ciclo). Adicionalmente, las aplicaciones uno, dos, seis, siete, 11 y 12 contaron con el producto Movento OD y las aplicaciones cuatro, nueve y 14 con el producto Match 50EC (estos dos productos con efecto principal sobre inmaduros). En la tabla 19 se presenta el costo de la aplicación asi como el valor de la mano de obra necesaria para su realización.

Tabla 19. Costo de los insecticidas más la mano de obra necesaria para realización de aplicaciones tendientes al manejo de trips.

Costo Aplicación (Insecticidas + MO)			
	PPC	**MO**	**TOTAL PPC + MO**
Aplicación 1	$405.903	$16.538	$422.441
Aplicación 2	$480.639	$16.538	$497.177
Aplicación 3	$114.702	$16.538	$131.240
Aplicación 4	$308.172	$16.538	$324.710
Aplicación 5	$53.496	$16.538	$70.034
Aplicación 6	$405.903	$16.538	$422.441
Aplicación 7	$480.639	$16.538	$497.177
Aplicación 8	$114.702	$16.538	$131.240
Aplicación 9	$308.172	$16.538	$324.710
Aplicación 10	$53.496	$16.538	$70.034
Aplicación 11	$405.903	$16.538	$422.441
Aplicación 12	$480.639	$16.538	$497.177
Aplicación 13	$114.702	$16.538	$131.240
Aplicación 14	$308.172	$16.538	$324.710
Aplicación 15	$53.496	$16.538	$70.034
Gran total			**$4.336.802**

El costo de mano de obra fue calculado con base en un salario mensual de $970.000 (de acuerdo con la finca este valor es el salario real devengado por sus trabajadores incluyendo prestaciones de ley). Las horas necesarias para la realización de una aplicación fueron estimadas en 4,09 horas.

De acuerdo a la información contenida en la tabla 19 el costo total de las aspersiones programadas para el manejo de trips suma $4.336.802 ciclo.ha^{-1}.

Con respecto a los “drench´s” con insecticidas el costo total se determinó cuantificando el valor del insecticida necesario y la mano de obra requerida para su realización (tabla 20). El producto empleado para esta labor se denomina Acuafin 440EW (Ingrediente activo

Malathion; grupo IRAC: 1B). La cantidad de litros de insecticida necesaria para regar una hectárea ha sido estimada por la finca en 14 lt.

Tabla 20. Costo del insecticida más la mano de obra necesaria para realización de los "drench´s" tendientes al manejo de trips.

Costo Drench por hectárea			
MATERIALES			
Producto	**Valor unitario**	**Cantidad (lts)**	**Valor total**
Acuafin	$17.662	14	$247.268
Subtotal Materiales			**$247.268**
MANO DE OBRA			
Item	**Valor hora[1]**	**Cantidad horas requeridas**	**Valor total**
Costo aplicación "drench"	$4.042	6	$24.250
Subtotal Mano de obra			**$24.250**
Total Materiales + Mano de obra			**$271.518**

[1] Valor estimado con base en un salario mensual de $970.000

Durante el ciclo de producción y de acuerdo a la infestación de plaga se realizan en promedio tres "drench´s" con insecticida por hectárea. De acuerdo a la información contenida en la tabla 20 estos tendrían un valor de $814.554 incluyendo la mano de obra.

Sumando los valores obtenidos con respecto al costo total de las aspersiones más los "drench´s" por hectárea para el manejo químico de esta plaga el monto asciende a los **$5.151.356** (tablas 19 y 20). Según cifras de la compañía Cultivos Casablanca S.A.S., los costos de producción para una hectárea de crisantemos pueden ascender a los 500 millones de pesos/año, dentro de los cuales el valor manejo de trips representa un 2,4%.

Manejo con semioquímicos

El análisis de costos efectuado a cada una de las estrategias que componen el manejo químico para el control de trips, fue realizado también con la propuesta de manejo fundamentada en el uso de semioquímicos para determinar su viabilidad económica.

El costo comercial de feromona en el mercado es de $27.693 la unidad, mientras que para la kairomona su valor es de $12.000 la unidad. Al seguir la recomendación del fabricante, (dosis de 100 unidades por hectárea), el costo de los dos productos sería de $2.769.300 en el caso de la feromona y $1.200.000 para la kairomona.

Adicionalmente, la implementación de estos productos requiere una serie de materiales necesarios para su instalación tales como listones de madera, alambre, entre otros. A continuación se presenta un listado con los materiales, las cantidades y su valor por hectárea (tabla 21).

Tabla 21. Costo de los materiales requeridos para la instalación de 100 unidades de semioquímico en una hectárea de crisantemos.

Costo materiales Montaje				
Insumo	**Unidad**	**Costo unidad**	**Cantidad (ha)**	**Valor total**
Listones de Madera	Unidad	750	100	$75.000
Alambre	Kilogramo	3010	10	$30.100
Pegante	Litro	15059	1	$15.059
Diluyente	Galon	7481	1	$7.481
Trampas acrilicas	Unidad	2710	100	$271.000
Total insumos				**$398.640**

De acuerdo a la tabla anterior el valor de los materiales requeridos para el montaje de 100 unidades de semioquímico (ya sean feromonas, kairomonas o las dos) tiene un costo de $398.640 por hectárea. El rubro que más peso tiene sobre el valor total son las trampas acrílicas ($271.000) seguido de los listones de madera ($75.000); sin embargo, con un manejo adecuado estos materiales pueden ser utilizados durante varios ciclos de cultivo.
El costo de la mano de obra necesaria para la instalación de materiales y semioquímicos tiene un valor semanal de $16.167, el cual se obtiene de tomar como base un salario mensual de $970.000 y una duración aproximada de 4 horas en la ejecución de la labor. Durante 6 semanas (vida útil media determinada en el presente estudio para los dos productos evaluados) el costo de mano de obra ascendería a $97.000.

De esta manera el costo total de la implementación de semioquímicos durante un periodo de 6 semanas (incluyendo el costo de los productos, materiales y mano de obra requerida para su instalación) en una hectárea de ornamentales tendría un costo de $4.487.480.

Con el fin de comparar el valor que presenta la implementación de esta nueva estrategia versus el manejo convencional usando insecticidas es necesario llevar el costo del uso de los semioquímicos a un periodo de 15 semanas. Por lo tanto, el valor de los señuelos incrementaría a $9.923.250 (dado que de acuerdo a vida útil estimada en 6 semanas sería necesario adquirir tres ciclos de feromonas y kairomonas para cubrir las 15 semanas). El valor de los materiales presentaría un ligero aumento ubicándose en los $432.450 mientras que la mano de obra necesaria para la implementación durante 15 semanas tendría un costo total de $242.505. De esta forma el costo total de implementar la tecnología de semioquímicos para el control de trips en una hectárea de ornamentales tendría un valor de **$10.598.205.**

El costo económico de usar la combinación de feromonas y kairomonas en una hectárea de ornamentales ascendería a más del doble del valor que tiene tratar con insecticidas la misma hectárea durante un periodo de 15 semanas ($10.598.205 para los semioquímicos y $5.151.356 para el manejo con insecticidas). De acuerdo con Teulon *et al* (2008) la combinación de la feromona de agregación (Thripline ams®) y la kairomona (LUREM – TR®) podría generar resultados muy importantes sobre las capturas de *F. occidentalis* ya que al parecer ambos actúan sobre receptores diferentes.

Sin embargo y pese a las ventajas que pudiese generar, su valor económico lo convierte en una estrategia sumamente costosa, asequible para muy pocos sistemas productivos.

Durante la evaluación de la mejor dosis, nuestros resultados mostraron que el mayor número de capturas se obtuvo en el tratamiento subdosis (es decir, la mitad de la dosis recomendada por el fabricante para una hectárea). Dichos resultados estuvieron por encima en comparación a los otros dos tratamientos evaluados (tratamiento con dosis recomendada y tratamiento al doble de la dosis recomendada – sobredosis). Los análisis estadísticos realizados concluyeron que si bien se presentaban diferencias matemáticas entre los tratamientos con respecto al número de capturas, estas no fueron estadísticamente significativas.

Por lo tanto y dado que en términos de eficacia no hay diferencias estadísticas entre los tratamientos podría usarse con buenos resultados la recomendación de la subdosis, lo cual también generaría una disminución considerable en el costo de su implementación. A continuación se presentan una breve comparación económica entre el costo de la dosis recomendada y la subdosis (tabla 22).

Tabla 22. Comparación de costos entre la implementación de semioquímicos a la dosis recomendada (100 difusores/ha) y la subdosis (50 difusores/ha). La columna "AHORRO" indica la diferencia entre el valor del insumo a la dosis recomendada con respecto a la subdosis.

RUBRO	Dosis recomendada (100 señuelos/ha)	Subdosis (50 señuelos/ha)	AHORRO (Dosis recomendada – Subdosis)
Semioquímico			
Feromona	$6.923.250	$3.461.625	$3.461.625
Kairomona	$3.000.000	$1.500.000	$1.500.000
Subtotal semioquímicos	**$9.923.250**	**$4.961.625**	**$4.961.625**
Materiales de instalación			
Listones	$75.000	$37.500	$37.500
Alambre	$30.100	$15.050	$15.050
Pegante	$37.648	$37.648	$0
Diluyente	$18.703	$18.703	$0
Trampas acrílicas	$271.000	$135.500	$135.500
Subtotal materiales	**$432.450**	**$244.400**	**$188.050**
Mano de obra			
Instalación y limpieza	$242.505	$242.505	$0
Subtotal mano de obra	**$242.505**	**$242.505**	**$0**
Total	**$10.598.205**	**$5.448.530**	**$5.149.675**

Al analizar la información de la tabla 22 se puede observar que se obtiene un ahorro de $5.149.675 al implementar el uso de semioquímicos a una dosis de 50 difusores por hectárea (es decir, la mitad de la dosis recomendada por el fabricante para los dos productos). De esta manera, el valor por hectárea de la estrategia sería igual al que se obtiene asperjando con insecticidas (incluyendo los drench`s) durante un periodo de 15 semanas.

El objeto de la presente investigación no es sustituir una estrategia por la otra y mucho menos desestimar los resultados obtenidos por el control químico, sino por el contrario, brindar nuevas herramientas que permitan realizar un Manejo Integrado de las poblaciones de trips dentro y fuera de los invernaderos dedicados a la producción y exportación de flores de corte.

Por lo tanto se sugiere a quienes deseen emplear la estrategia de control con semioquímicos, combinarla armónicamente con las demás estrategias llevadas a cabo, no sin antes, validar localmente las recomendaciones expresadas en el presente documento con el fin de realizar posibles ajustes tendientes a obtener los mejores resultados y la mayor eficacia.

5. Conclusiones y recomendaciones

5.1. Conclusiones

Los análisis de microextracción en fase sólida y cromatografía de gases permitieron identificar concentraciones moderadas de volátiles en las muestras de feromona y kairomona incluso seis semanas después de haber sido instaladas en campo. Lo cual sugiere un periodo de vida útil mucho mayor al reportado por los fabricantes para cada uno de los productos.

En las muestras de kairomona solo un compuesto fue identificado (metil isonicotinato) mientras que en las de feromona se hallaron nueve compuestos de los cuales solo cinco fueron identificados por el laboratorio de Química de Aromas (Eucaliptol, p – cimeno, alcanfor, metil isonicotinato y neryl metil butanoato).

Los factores ambientales, principalmente la temperatura, afectan fuertemente las tasas de liberación de los compuestos volátiles a partir de los difusores. Altos valores de temperatura originan un incremento significativo en cantidad de compuesto liberado originando reducciones importantes en la vida útil de los cebos.

Si bien los resultados del ensayo de vida útil se vieron afectados por el microclima predominante en algunas zonas del área de estudio, estos resultados indican que la concentración de volátiles en los productos experimenta una reducción progresiva desde el momento de su instalación en campo, la cual puede ser descrita por una curva de tipo lineal o cuadrático.

Con respecto a la evaluación de la mejor combinación de color de trampa y tipo de semioquímico, el tratamiento que obtuvo los mejores resultados en términos de captura de individuos de trips fue el tratamiento con trampa de color azul y que presentaba la

combinación de los dos cebos evaluados. Dicho resultado puede ser atribuido a un efecto sinérgico entre los dos productos.

Las capturas de individuos de trips fueron mayores en los tratamientos que presentaban trampas de color azul versus las capturas registradas por su equivale de color blanco.

Las capturas obtenidas por trampas de color azul con uno o los dos tipos de semioquímico fueron superiores entre 1,14 y 1,52 veces en comparación con las alcanzadas por el tratamiento testigo respectivo (trampa azul sin ningún tipo de semioquímico). Con respecto a las capturas logradas por las trampas de color blanco estas fueron entre 1,28 y 1,75 veces más altas que las registradas por las mismas trampas pero sin semioquímico alguno.

Al realizar una correlación entre las curvas de liberación para el compuesto identificado en la kairomona así como cada uno de los compuestos detectados en la feromona y las capturas alcanzadas por las trampas durante cada una de las semanas de evaluación se obtiene una alta relación entre ellas, indicando así que el comportamiento observado en las capturas responde positivamente a la presencia de volátiles en el ambiente.

No obstante diversos factores tales como el ciclo de vida de plaga, el ciclo de vida del cultivo y los factores ambientales (principalmente la temperatura y el viento) puede afectar implícitamente las capturas obtenidas generando interpretaciones erradas o sesgadas.

Al momento de evaluar la mejor dosis el tratamiento subdosis fue el que mayor número de capturas reporto (por encima de la dosis recomendada y sobredosis). El tratamiento que obtuvo menos capturas fue el tratamiento de la dosis recomendada. No obstante, no se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos mencionados.

Recientes estudios presentan resultados similares al momento de evaluar la dosis de semioquímico y su efecto sobre las capturas de trips indicando una baja o nula relación entre las dos variables.

Cinco especies de trips fueron identificadas a partir de las capturas registradas por las trampas del cultivo. Las especies correspondieron a *Frankliniella occidentalis*, *Frankliniella*

panamensis, *Frankliniella minuta*, *Thrips tabaci* y *Thrips australis*. Dichos hallazgos coinciden con reportes previos realizados por otros investigadores.

La especie que presento la mayor abundancia fue *T. australis*, seguida de *F. panamensis*, *T. tabaci* y *F. minuta*. La especie que menor ocurrencia presento fue *F. occidentalis*.

El análisis de costos para la implementación de la estrategia de manejo con semioquímicos indica que su valor por hectárea es similar a que presenta el uso de insecticidas. Por lo tanto, su uso debe ser evaluado previamente ya que estrategia que presenta un costo elevado.

5.2. Recomendaciones

Para obtener aún mejores durante los procedimientos de evaluación de liberación de volátiles y determinación de vida útil para la feromona y kairomona de trips se recomienda:

- Evaluar periodos de exposición superiores a seis semanas (preferiblemente entre ocho y 12 semanas) con el fin de determinar el periodo de liberación máximo, donde la totalidad de volátiles de cada muestra se haya agotado por completo.
- Realizar muestreos semanales de los cebos con el objeto de construir una curva de liberación más precisa.
- Incluir un mayor número de repeticiones (superior a tres) en busca de refinar el análisis estadístico y poder hacer una mejor y mayor inferencia a partir de los datos.
- Garantizar condiciones homogéneas de evaluación para todas las muestras ya que pequeñas fluctuaciones en las variables afectan significativamente la liberación de los compuestos a partir de los difusores.

Para obtener aún mejores durante los procedimientos de evaluación de la combinación de color de trampa y tipo de semioquímico se recomienda:

- Evaluar otros colores de trampa tales como el amarillo dado que algunos de los reportes existentes indican que sus resultados pueden ser mejores que los obtenidos por trampas blancas.

- Evaluar otros arreglos de aleatorización de tratamientos que permitan disminuir la interferencia de los tratamientos con semioquímico sobre los tratamientos sin semioquímico.

Para obtener aún mejores durante los procedimientos de evaluación de dosis de semioquímico se recomienda:

- Evaluar un mayor número de dosis (por encima y por debajo del valor de referencia) teniendo como punto de partida la dosis de 100 difusores por hectárea (definida por los fabricantes).

ANEXO 1

Resultados Procedimiento de Extracción de Volátiles con el Fin de Determinar la Vida Útil de los Compuestos (Feromonas y Kairomonas).

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
SEDE BOGOTÁ
FACULTAD DE CIENCIAS
DEPARTAMENTO DE QUIMICA
COORDINACIÓN DE EXTENSIÓN Y SERVICIOS

INFORME DE RESULTADOS B-FDC-L060-FT-10.002.006 v.1.0
IESQ-007-16

IDENTIFICACIÓN DEL USUARIO

Cliente:	Juan Camilo Garzón	Ciudad:	Bogotá	Fecha de recepción muestra:	30/11/2015
Contacto: (e-mail/teléfono)	jcgarzonl@unal.edu.co	Dirección:	CR 15 C 5 A 21	Fecha de emisión informe:	18/01/2016

Laboratorio:	Química de aromas
Análisis solicitado:	HS-MEFS y Cromatografía de Gases- FID
Fecha de ejecución del ensayo:	01/12/2015 - 24/12/2015

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Código UN	Código	Muestra	Descripción
544-AR-15 545-AR-15 546-AR-15	Kairo0S1 Kairo0S2 Kairo0S3	Kairomona	Sachet blanco, altamente aromático, impregnado con la Kairomona de interés del cliente. Tiempo 0 de exposición al medio ambiente. Tres réplicas de la misma muestra.
547-AR-15 548-AR-15 549-AR-15	Fero0S1 Fero0S2 Fero0S3	Feromona	Tapón pequeño de material similar al caucho, impregnado con la Feromona de interés por el cliente. Tiempo 0 de exposición al medio ambiente. Tres réplicas de la muestra.
550-AR-15 551-AR-15 552-AR-15	Kairo3S1 Kairo3S2 Kairo3S3	Kairomona	Sachet blanco, altamente aromático, impregnado con la Kairomona de interés del cliente. Tiempo 3 semanas de exposición al medio ambiente. Tres réplicas de la misma muestra.
553-AR-15 554-AR-15 555-AR-15	Fero3S1 Fero3S2 Fero3S3	Feromona	Tapón pequeño de material similar al caucho, impregnado con la Feromona de interés por el cliente. Tiempo 3 semanas de exposición al medio ambiente. Tres réplicas de la muestra.

556-AR-15 557-AR-15 558-AR-15	Kairo6S1 Kairo6S2 Kairo6S3	Kairomona	Sachet blanco, altamente aromático, impregnado con la Kairomona de interés del cliente. Tiempo 6 semanas de exposición al medio ambiente. Tres réplicas de la misma muestra.
559-AR-15 560-AR-15 561-AR-15	Fero6S1 Fero6S2 Fero6S3	Feromona	Tapón pequeño de material similar al caucho, impregnado con la Feromona de interés por el cliente. Tiempo 6 semanas de exposición al medio ambiente. Tres réplicas de la muestra.

RESULTADOS

Se recibieron dos tipos de muestra, una denominada kairomona y otra feromona. En las muestras denominadas kairomona, se detectó un compuesto mayoritario por CG-FID (cromatografía de gases acoplada con detector de ionización de llama). Su identidad se corroboró al hacer un análisis por CG-EM como isonicotinato de metilo. En la figura 1 se presentan los resultados de las muestras recolectadas a 3 y 6 semanas respectivamente.

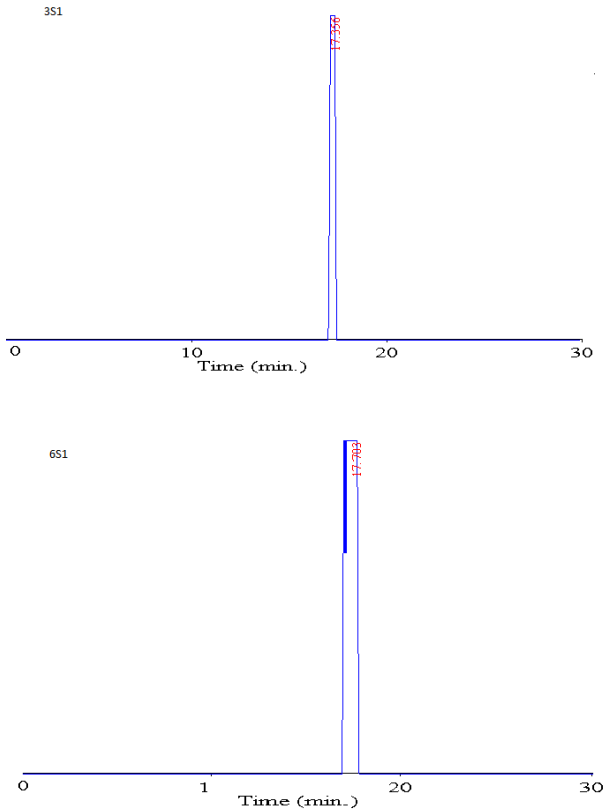


Figura 1. Análisis por CG-FID de la muestra denominada kairomona, de 3 y 6 semanas, respectivamente

En la tabla 1, se especifican las áreas del compuesto de interés correspondiente a la Kairomona.

Tabla 1. Área obtenida para el pico de la kairomona en las diferentes muestras analizadas.

Muestra	IK	Área
Kairo0S1	1757 Isonicotinato de metilo	7368494
Kairo0S2		6578845
Kairo0S3		5785650
Kairo3S1		96741
Kairo3S2		25207
Kairo3S3		32365
Kairo6S1		10942
Kairo6S2		366942
Kairo6S3		1240441

En contraste, el análisis de la muestra denominada feromona, no dio un pico mayoritario sino varios. En la figura 3 se muestran los cromatogramas obtenidos de las muestras recolectadas a las 3 y 6 semanas, respectivamente

En la tabla 2, se presentan las áreas de los picos obtenidos en el análisis de las muestras denominadas feromona de acuerdo con la figura 2.

El pico denominado como 5 coincide con el IK (índice de retención de Kovats) del 3-metil butirato de nerilo, pero el espectro de masas obtenido para este compuesto tiene una baja similitud con el esperado. La identificación de los otros compuestos es tentativa de acuerdo con la comparación del espectro de masas con la librería del equipo CG-EM.

Picos (Índice de Kovats): 1. (1175)Eucaliptol , 2. (1328) p-Cimeno, 3. (1602) Alcanfor, 4. (1703) no identificado, 5. (1757) Isonicotinato de metilo, 6. (1840) Sugiere: 2-(S)-metil- butirato de nerilo 25% de probabilidad, 7. (2062), 8. (2086), 9. (2430) NO IDENTIFICADOS.

Tabla 2. Área obtenida para cada uno de los picos en las diferentes muestras analizadas de feromona.

Picos	Área								
Muestra	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Fero0S1	2158	7134	5679	2548	5723	2007	2462	5012	9394
Fero0S2	1356	3501	2688	1053	2297	1161	1033	1759	4983
Fero0S3	1504	4367	3526	1335	3367	1335	1132	2364	5900
Fero3S1	1297	1031	2837	3612	720	8161	6278	2200	4712
Fero3S2	1674	1203	2245	4154	1003	838	8250	3842	9542
Fero3S3	>100	>100	1727	2868	646	4191	6747	1541	5334
Fero6S1	>100	826	1243	2118	4846	5258	>100	>100	>100
Fero6S2	866	1076	1284	2715	711	2200	5738	2328	3852
Fero6S3	832	768	880	2090	>100	973	5335	3238	5626

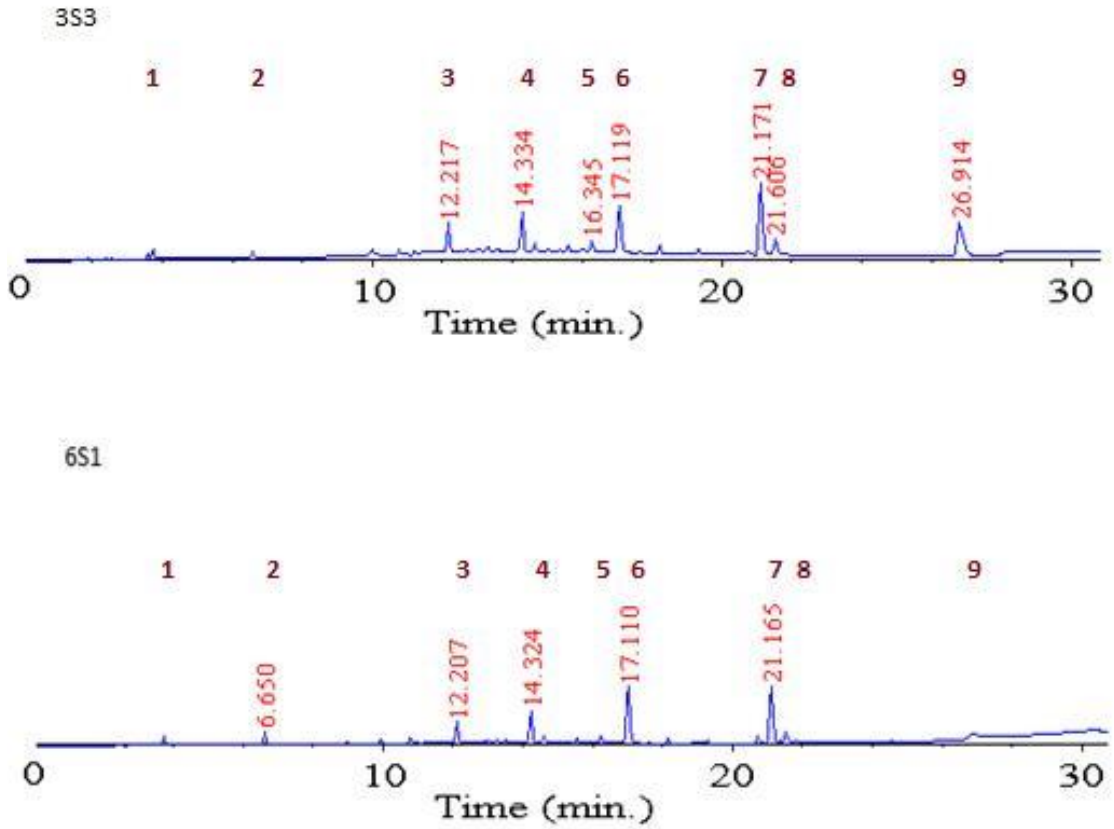


Figura 2. Análisis por CG-FID de las muestras denominadas feromona, de 3 y 6 semanas respectivamente (1-9 representa los picos numerados de la tabla)

MÉTODO DE ANÁLISIS

Las muestras fueron extraídas por HS-MEFS (Headspace-microextracción en fase sólida) utilizando fibras de Divinilbenceno – polidimetilsiloxano (Supelco, 65 m), con un tiempo de equilibrio y de exposición de 30 minutos y 10 minutos de desorción térmica directamente en el puerto de inyección del cromatógrafo.

Exposición de la fibra: 30 minutos

Desorción térmica: 10 minutos

Las muestras se analizaron por CG-FID (cromatografía de gases acoplada a detector de ionización de llama) en un equipo Hewlett Packard 5890, series II, utilizando una columna FFAP (30 m, 0,32 mm, 0,25µm), con el inyector y el detector a 230 °C, en modo splitless y con el siguiente programa de temperatura:

Rampa (ºC/min)	Temperatura (ºC)	Tiempo (min)
-	60	3
4	180	0
10	240	6

OBSERVACIONES

A pesar que las muestras están organizadas por tiempo de exposición, parece que la concentración de la kairomona es menor a las 3 semanas que a las 6 semanas de exposición.

El método de extracción de HS-MEFS se realizó a temperatura ambiente ya que no fue necesario incrementar la temperatura de la sustancia para adsorber el pico de la Kairomona. En el caso de la feromona, se realizaron ensayos utilizando una temperatura de 30°C y 50°C durante el tiempo de equilibrio, pero no fue posible obtener un resultado con un solo compuesto acorde con la información suministrada por el cliente.

Coralia Osorio
Profesora Titular
Departamento de Química
Universidad Nacional de Colombia – Sede Bogotá

ANEXO 2

Capturas (individuos·trampa^{-1}) Registradas Durante la Evaluación de la Combinación del Color de Trampa y el Tipo de Semioquímico.

MUESTREO	TRATAMIENTO	REPLICA	COLOR	COMPUESTO	TRIPS CAPTURADOS
1	1	1	Azul	Ninguno	3
1	1	2	Azul	Ninguno	2
1	1	3	Azul	Ninguno	0
1	1	4	Azul	Ninguno	5
1	1	5	Azul	Ninguno	3
1	1	6	Azul	Ninguno	1
1	1	7	Azul	Ninguno	6
1	1	8	Azul	Ninguno	1
1	2	1	Blanco	Ninguno	2
1	2	2	Blanco	Ninguno	0
1	2	3	Blanco	Ninguno	1
1	2	4	Blanco	Ninguno	0
1	2	5	Blanco	Ninguno	1
1	2	6	Blanco	Ninguno	1
1	2	7	Blanco	Ninguno	2
1	2	8	Blanco	Ninguno	1
1	3	1	Azul	Feromona	5
1	3	2	Azul	Feromona	3
1	3	3	Azul	Feromona	3
1	3	4	Azul	Feromona	3
1	3	5	Azul	Feromona	5
1	3	6	Azul	Feromona	6
1	3	7	Azul	Feromona	8
1	3	8	Azul	Feromona	3
1	4	1	Blanco	Feromona	1
1	4	2	Blanco	Feromona	2
1	4	3	Blanco	Feromona	0
1	4	4	Blanco	Feromona	1
1	4	5	Blanco	Feromona	4
1	4	6	Blanco	Feromona	5
1	4	7	Blanco	Feromona	1
1	4	8	Blanco	Feromona	5

1	5	1	Azul	Kairomona	8
1	5	2	Azul	Kairomona	4
1	5	3	Azul	Kairomona	5
1	5	4	Azul	Kairomona	3
1	5	5	Azul	Kairomona	6
1	5	6	Azul	Kairomona	8
1	5	7	Azul	Kairomona	7
1	5	8	Azul	Kairomona	8
1	6	1	Blanco	Kairomona	2
1	6	2	Blanco	Kairomona	1
1	6	3	Blanco	Kairomona	1
1	6	4	Blanco	Kairomona	3
1	6	5	Blanco	Kairomona	2
1	6	6	Blanco	Kairomona	3
1	6	7	Blanco	Kairomona	1
1	6	8	Blanco	Kairomona	5
1	7	1	Azul	Combinación	9
1	7	2	Azul	Combinación	2
1	7	3	Azul	Combinación	4
1	7	4	Azul	Combinación	7
1	7	5	Azul	Combinación	5
1	7	6	Azul	Combinación	7
1	7	7	Azul	Combinación	6
1	7	8	Azul	Combinación	10
1	8	1	Blanco	Combinación	2
1	8	2	Blanco	Combinación	2
1	8	3	Blanco	Combinación	4
1	8	4	Blanco	Combinación	7
1	8	5	Blanco	Combinación	3
1	8	6	Blanco	Combinación	10
1	8	7	Blanco	Combinación	2
1	8	8	Blanco	Combinación	2
2	1	1	Azul	Ninguno	4
2	1	2	Azul	Ninguno	1
2	1	3	Azul	Ninguno	2
2	1	4	Azul	Ninguno	4
2	1	5	Azul	Ninguno	5
2	1	6	Azul	Ninguno	9
2	1	7	Azul	Ninguno	11
2	1	8	Azul	Ninguno	2

2	2	1	Blanco	Ninguno	1
2	2	2	Blanco	Ninguno	0
2	2	3	Blanco	Ninguno	5
2	2	4	Blanco	Ninguno	6
2	2	5	Blanco	Ninguno	9
2	2	6	Blanco	Ninguno	12
2	2	7	Blanco	Ninguno	8
2	2	8	Blanco	Ninguno	5
2	3	1	Azul	Feromona	4
2	3	2	Azul	Feromona	6
2	3	3	Azul	Feromona	7
2	3	4	Azul	Feromona	3
2	3	5	Azul	Feromona	4
2	3	6	Azul	Feromona	1
2	3	7	Azul	Feromona	7
2	3	8	Azul	Feromona	3
2	4	1	Blanco	Feromona	1
2	4	2	Blanco	Feromona	3
2	4	3	Blanco	Feromona	0
2	4	4	Blanco	Feromona	7
2	4	5	Blanco	Feromona	10
2	4	6	Blanco	Feromona	7
2	4	7	Blanco	Feromona	2
2	4	8	Blanco	Feromona	5
2	5	1	Azul	Kairomona	1
2	5	2	Azul	Kairomona	2
2	5	3	Azul	Kairomona	2
2	5	4	Azul	Kairomona	2
2	5	5	Azul	Kairomona	3
2	5	6	Azul	Kairomona	11
2	5	7	Azul	Kairomona	5
2	5	8	Azul	Kairomona	4
2	6	1	Blanco	Kairomona	3
2	6	2	Blanco	Kairomona	2
2	6	3	Blanco	Kairomona	5
2	6	4	Blanco	Kairomona	5
2	6	5	Blanco	Kairomona	7
2	6	6	Blanco	Kairomona	6
2	6	7	Blanco	Kairomona	3
2	6	8	Blanco	Kairomona	3
2	7	1	Azul	Combinación	5

2	7	2	Azul	Combinación	3
2	7	3	Azul	Combinación	4
2	7	4	Azul	Combinación	8
2	7	5	Azul	Combinación	7
2	7	6	Azul	Combinación	2
2	7	7	Azul	Combinación	1
2	7	8	Azul	Combinación	7
2	8	1	Blanco	Combinación	2
2	8	2	Blanco	Combinación	3
2	8	3	Blanco	Combinación	3
2	8	4	Blanco	Combinación	7
2	8	5	Blanco	Combinación	6
2	8	6	Blanco	Combinación	15
2	8	7	Blanco	Combinación	3
2	8	8	Blanco	Combinación	3
3	1	1	Azul	Ninguno	3
3	1	2	Azul	Ninguno	0
3	1	3	Azul	Ninguno	0
3	1	4	Azul	Ninguno	1
3	1	5	Azul	Ninguno	2
3	1	6	Azul	Ninguno	0
3	1	7	Azul	Ninguno	5
3	1	8	Azul	Ninguno	0
3	2	1	Blanco	Ninguno	0
3	2	2	Blanco	Ninguno	1
3	2	3	Blanco	Ninguno	1
3	2	4	Blanco	Ninguno	1
3	2	5	Blanco	Ninguno	2
3	2	6	Blanco	Ninguno	1
3	2	7	Blanco	Ninguno	1
3	2	8	Blanco	Ninguno	0
3	3	1	Azul	Feromona	3
3	3	2	Azul	Feromona	1
3	3	3	Azul	Feromona	0
3	3	4	Azul	Feromona	0
3	3	5	Azul	Feromona	1
3	3	6	Azul	Feromona	3
3	3	7	Azul	Feromona	2
3	3	8	Azul	Feromona	3

3	4	1	Blanco	Feromona	1
3	4	2	Blanco	Feromona	1
3	4	3	Blanco	Feromona	2
3	4	4	Blanco	Feromona	2
3	4	5	Blanco	Feromona	6
3	4	6	Blanco	Feromona	0
3	4	7	Blanco	Feromona	1
3	4	8	Blanco	Feromona	1
3	5	1	Azul	Kairomona	2
3	5	2	Azul	Kairomona	3
3	5	3	Azul	Kairomona	0
3	5	4	Azul	Kairomona	0
3	5	5	Azul	Kairomona	1
3	5	6	Azul	Kairomona	2
3	5	7	Azul	Kairomona	3
3	5	8	Azul	Kairomona	0
3	6	1	Blanco	Kairomona	2
3	6	2	Blanco	Kairomona	0
3	6	3	Blanco	Kairomona	0
3	6	4	Blanco	Kairomona	3
3	6	5	Blanco	Kairomona	1
3	6	6	Blanco	Kairomona	4
3	6	7	Blanco	Kairomona	3
3	6	8	Blanco	Kairomona	0
3	7	1	Azul	Combinación	3
3	7	2	Azul	Combinación	2
3	7	3	Azul	Combinación	1
3	7	4	Azul	Combinación	1
3	7	5	Azul	Combinación	0
3	7	6	Azul	Combinación	2
3	7	7	Azul	Combinación	1
3	7	8	Azul	Combinación	2
3	8	1	Blanco	Combinación	2
3	8	2	Blanco	Combinación	1
3	8	3	Blanco	Combinación	2
3	8	4	Blanco	Combinación	1
3	8	5	Blanco	Combinación	1
3	8	6	Blanco	Combinación	4
3	8	7	Blanco	Combinación	3
3	8	8	Blanco	Combinación	1
4	1	1	Azul	Ninguno	1

4	1	2	Azul	Ninguno	0
4	1	3	Azul	Ninguno	0
4	1	4	Azul	Ninguno	0
4	1	5	Azul	Ninguno	2
4	1	6	Azul	Ninguno	1
4	1	7	Azul	Ninguno	2
4	1	8	Azul	Ninguno	0
4	2	1	Blanco	Ninguno	1
4	2	2	Blanco	Ninguno	1
4	2	3	Blanco	Ninguno	0
4	2	4	Blanco	Ninguno	1
4	2	5	Blanco	Ninguno	0
4	2	6	Blanco	Ninguno	1
4	2	7	Blanco	Ninguno	0
4	2	8	Blanco	Ninguno	0
4	3	1	Azul	Feromona	1
4	3	2	Azul	Feromona	1
4	3	3	Azul	Feromona	0
4	3	4	Azul	Feromona	3
4	3	5	Azul	Feromona	2
4	3	6	Azul	Feromona	0
4	3	7	Azul	Feromona	5
4	3	8	Azul	Feromona	0
4	4	1	Blanco	Feromona	1
4	4	2	Blanco	Feromona	1
4	4	3	Blanco	Feromona	0
4	4	4	Blanco	Feromona	2
4	4	5	Blanco	Feromona	1
4	4	6	Blanco	Feromona	0
4	4	7	Blanco	Feromona	0
4	4	8	Blanco	Feromona	0
4	5	1	Azul	Kairomona	3
4	5	2	Azul	Kairomona	1
4	5	3	Azul	Kairomona	1
4	5	4	Azul	Kairomona	0
4	5	5	Azul	Kairomona	3
4	5	6	Azul	Kairomona	0
4	5	7	Azul	Kairomona	0
4	5	8	Azul	Kairomona	0

4	6	1	Blanco	Kairomona	1
4	6	2	Blanco	Kairomona	1
4	6	3	Blanco	Kairomona	0
4	6	4	Blanco	Kairomona	5
4	6	5	Blanco	Kairomona	0
4	6	6	Blanco	Kairomona	1
4	6	7	Blanco	Kairomona	2
4	6	8	Blanco	Kairomona	1
4	7	1	Azul	Combinación	7
4	7	2	Azul	Combinación	1
4	7	3	Azul	Combinación	2
4	7	4	Azul	Combinación	0
4	7	5	Azul	Combinación	1
4	7	6	Azul	Combinación	1
4	7	7	Azul	Combinación	2
4	7	8	Azul	Combinación	2
4	8	1	Blanco	Combinación	1
4	8	2	Blanco	Combinación	0
4	8	3	Blanco	Combinación	0
4	8	4	Blanco	Combinación	1
4	8	5	Blanco	Combinación	0
4	8	6	Blanco	Combinación	4
4	8	7	Blanco	Combinación	1
4	8	8	Blanco	Combinación	1
5	1	1	Azul	Ninguno	2
5	1	2	Azul	Ninguno	0
5	1	3	Azul	Ninguno	2
5	1	4	Azul	Ninguno	0
5	1	5	Azul	Ninguno	1
5	1	6	Azul	Ninguno	1
5	1	7	Azul	Ninguno	0
5	1	8	Azul	Ninguno	0
5	2	1	Blanco	Ninguno	1
5	2	2	Blanco	Ninguno	0
5	2	3	Blanco	Ninguno	3
5	2	4	Blanco	Ninguno	0
5	2	5	Blanco	Ninguno	0
5	2	6	Blanco	Ninguno	0
5	2	7	Blanco	Ninguno	0
5	2	8	Blanco	Ninguno	0
5	3	1	Azul	Feromona	1

5	3	2	Azul	Feromona	1
5	3	3	Azul	Feromona	1
5	3	4	Azul	Feromona	1
5	3	5	Azul	Feromona	1
5	3	6	Azul	Feromona	1
5	3	7	Azul	Feromona	3
5	3	8	Azul	Feromona	0
5	4	1	Blanco	Feromona	1
5	4	2	Blanco	Feromona	1
5	4	3	Blanco	Feromona	1
5	4	4	Blanco	Feromona	0
5	4	5	Blanco	Feromona	1
5	4	6	Blanco	Feromona	0
5	4	7	Blanco	Feromona	1
5	4	8	Blanco	Feromona	1
5	5	1	Azul	Kairomona	0
5	5	2	Azul	Kairomona	1
5	5	3	Azul	Kairomona	0
5	5	4	Azul	Kairomona	2
5	5	5	Azul	Kairomona	1
5	5	6	Azul	Kairomona	0
5	5	7	Azul	Kairomona	1
5	5	8	Azul	Kairomona	0
5	6	1	Blanco	Kairomona	0
5	6	2	Blanco	Kairomona	2
5	6	3	Blanco	Kairomona	0
5	6	4	Blanco	Kairomona	2
5	6	5	Blanco	Kairomona	1
5	6	6	Blanco	Kairomona	1
5	6	7	Blanco	Kairomona	0
5	6	8	Blanco	Kairomona	0
5	7	1	Azul	Combinación	4
5	7	2	Azul	Combinación	0
5	7	3	Azul	Combinación	0
5	7	4	Azul	Combinación	1
5	7	5	Azul	Combinación	2
5	7	6	Azul	Combinación	1
5	7	7	Azul	Combinación	1
5	7	8	Azul	Combinación	1

5	8	1	Blanco	Combinación	1
5	8	2	Blanco	Combinación	1
5	8	3	Blanco	Combinación	0
5	8	4	Blanco	Combinación	0
5	8	5	Blanco	Combinación	1
5	8	6	Blanco	Combinación	2
5	8	7	Blanco	Combinación	1
5	8	8	Blanco	Combinación	1
6	1	1	Azul	Ninguno	1
6	1	2	Azul	Ninguno	0
6	1	3	Azul	Ninguno	0
6	1	4	Azul	Ninguno	0
6	1	5	Azul	Ninguno	1
6	1	6	Azul	Ninguno	0
6	1	7	Azul	Ninguno	1
6	1	8	Azul	Ninguno	2
6	2	1	Blanco	Ninguno	0
6	2	2	Blanco	Ninguno	0
6	2	3	Blanco	Ninguno	1
6	2	4	Blanco	Ninguno	0
6	2	5	Blanco	Ninguno	0
6	2	6	Blanco	Ninguno	1
6	2	7	Blanco	Ninguno	1
6	2	8	Blanco	Ninguno	1
6	3	1	Azul	Feromona	1
6	3	2	Azul	Feromona	1
6	3	3	Azul	Feromona	0
6	3	4	Azul	Feromona	1
6	3	5	Azul	Feromona	0
6	3	6	Azul	Feromona	1
6	3	7	Azul	Feromona	1
6	3	8	Azul	Feromona	1
6	4	1	Blanco	Feromona	0
6	4	2	Blanco	Feromona	1
6	4	3	Blanco	Feromona	0
6	4	4	Blanco	Feromona	1
6	4	5	Blanco	Feromona	2
6	4	6	Blanco	Feromona	0
6	4	7	Blanco	Feromona	0
6	4	8	Blanco	Feromona	1
6	5	1	Azul	Kairomona	1

6	5	2	Azul	Kairomona	1
6	5	3	Azul	Kairomona	0
6	5	4	Azul	Kairomona	0
6	5	5	Azul	Kairomona	1
6	5	6	Azul	Kairomona	1
6	5	7	Azul	Kairomona	2
6	5	8	Azul	Kairomona	2
6	6	1	Blanco	Kairomona	1
6	6	2	Blanco	Kairomona	0
6	6	3	Blanco	Kairomona	1
6	6	4	Blanco	Kairomona	1
6	6	5	Blanco	Kairomona	1
6	6	6	Blanco	Kairomona	0
6	6	7	Blanco	Kairomona	0
6	6	8	Blanco	Kairomona	0
6	7	1	Azul	Combinación	2
6	7	2	Azul	Combinación	0
6	7	3	Azul	Combinación	2
6	7	4	Azul	Combinación	0
6	7	5	Azul	Combinación	0
6	7	6	Azul	Combinación	1
6	7	7	Azul	Combinación	0
6	7	8	Azul	Combinación	3
6	8	1	Blanco	Combinación	0
6	8	2	Blanco	Combinación	1
6	8	3	Blanco	Combinación	1
6	8	4	Blanco	Combinación	1
6	8	5	Blanco	Combinación	1
6	8	6	Blanco	Combinación	2
6	8	7	Blanco	Combinación	1
6	8	8	Blanco	Combinación	0
7	1	1	Azul	Ninguno	2
7	1	2	Azul	Ninguno	2
7	1	3	Azul	Ninguno	2
7	1	4	Azul	Ninguno	2
7	1	5	Azul	Ninguno	1
7	1	6	Azul	Ninguno	0
7	1	7	Azul	Ninguno	5
7	1	8	Azul	Ninguno	2

7	2	1	Blanco	Ninguno	0
7	2	2	Blanco	Ninguno	1
7	2	3	Blanco	Ninguno	0
7	2	4	Blanco	Ninguno	0
7	2	5	Blanco	Ninguno	0
7	2	6	Blanco	Ninguno	0
7	2	7	Blanco	Ninguno	0
7	2	8	Blanco	Ninguno	1
7	3	1	Azul	Feromona	2
7	3	2	Azul	Feromona	2
7	3	3	Azul	Feromona	3
7	3	4	Azul	Feromona	0
7	3	5	Azul	Feromona	2
7	3	6	Azul	Feromona	0
7	3	7	Azul	Feromona	2
7	3	8	Azul	Feromona	1
7	4	1	Blanco	Feromona	1
7	4	2	Blanco	Feromona	1
7	4	3	Blanco	Feromona	1
7	4	4	Blanco	Feromona	1
7	4	5	Blanco	Feromona	1
7	4	6	Blanco	Feromona	0
7	4	7	Blanco	Feromona	0
7	4	8	Blanco	Feromona	1
7	5	1	Azul	Kairomona	1
7	5	2	Azul	Kairomona	4
7	5	3	Azul	Kairomona	2
7	5	4	Azul	Kairomona	0
7	5	5	Azul	Kairomona	0
7	5	6	Azul	Kairomona	1
7	5	7	Azul	Kairomona	0
7	5	8	Azul	Kairomona	5
7	6	1	Blanco	Kairomona	1
7	6	2	Blanco	Kairomona	2
7	6	3	Blanco	Kairomona	1
7	6	4	Blanco	Kairomona	1
7	6	5	Blanco	Kairomona	0
7	6	6	Blanco	Kairomona	0
7	6	7	Blanco	Kairomona	0
7	6	8	Blanco	Kairomona	1
7	7	1	Azul	Combinación	2

7	7	2	Azul	Combinación	6
7	7	3	Azul	Combinación	3
7	7	4	Azul	Combinación	2
7	7	5	Azul	Combinación	0
7	7	6	Azul	Combinación	2
7	7	7	Azul	Combinación	1
7	7	8	Azul	Combinación	3
7	8	1	Blanco	Combinación	1
7	8	2	Blanco	Combinación	1
7	8	3	Blanco	Combinación	2
7	8	4	Blanco	Combinación	0
7	8	5	Blanco	Combinación	1
7	8	6	Blanco	Combinación	2
7	8	7	Blanco	Combinación	1
7	8	8	Blanco	Combinación	0
8	1	1	Azul	Ninguno	2
8	1	2	Azul	Ninguno	3
8	1	3	Azul	Ninguno	0
8	1	4	Azul	Ninguno	1
8	1	5	Azul	Ninguno	2
8	1	6	Azul	Ninguno	2
8	1	7	Azul	Ninguno	8
8	1	8	Azul	Ninguno	2
8	2	1	Blanco	Ninguno	1
8	2	2	Blanco	Ninguno	0
8	2	3	Blanco	Ninguno	1
8	2	4	Blanco	Ninguno	1
8	2	5	Blanco	Ninguno	0
8	2	6	Blanco	Ninguno	2
8	2	7	Blanco	Ninguno	0
8	2	8	Blanco	Ninguno	0
8	3	1	Azul	Feromona	5
8	3	2	Azul	Feromona	10
8	3	3	Azul	Feromona	3
8	3	4	Azul	Feromona	2
8	3	5	Azul	Feromona	2
8	3	6	Azul	Feromona	2
8	3	7	Azul	Feromona	4
8	3	8	Azul	Feromona	0

8	4	1	Blanco	Feromona	2
8	4	2	Blanco	Feromona	4
8	4	3	Blanco	Feromona	0
8	4	4	Blanco	Feromona	2
8	4	5	Blanco	Feromona	0
8	4	6	Blanco	Feromona	2
8	4	7	Blanco	Feromona	2
8	4	8	Blanco	Feromona	0
8	5	1	Azul	Kairomona	1
8	5	2	Azul	Kairomona	3
8	5	3	Azul	Kairomona	3
8	5	4	Azul	Kairomona	1
8	5	5	Azul	Kairomona	2
8	5	6	Azul	Kairomona	3
8	5	7	Azul	Kairomona	1
8	5	8	Azul	Kairomona	2
8	6	1	Blanco	Kairomona	4
8	6	2	Blanco	Kairomona	3
8	6	3	Blanco	Kairomona	0
8	6	4	Blanco	Kairomona	1
8	6	5	Blanco	Kairomona	2
8	6	6	Blanco	Kairomona	2
8	6	7	Blanco	Kairomona	1
8	6	8	Blanco	Kairomona	0
8	7	1	Azul	Combinación	3
8	7	2	Azul	Combinación	11
8	7	3	Azul	Combinación	4
8	7	4	Azul	Combinación	3
8	7	5	Azul	Combinación	5
8	7	6	Azul	Combinación	2
8	7	7	Azul	Combinación	4
8	7	8	Azul	Combinación	3
8	8	1	Blanco	Combinación	3
8	8	2	Blanco	Combinación	3
8	8	3	Blanco	Combinación	1
8	8	4	Blanco	Combinación	1
8	8	5	Blanco	Combinación	2
8	8	6	Blanco	Combinación	6
8	8	7	Blanco	Combinación	3
8	8	8	Blanco	Combinación	2

ANEXO 3

Capturas (individuos·tratamiento^{-1}·replica^{-1}) Registradas Durante la Evaluación de la Dosis de Semioquímico y Color de Trampa.

MUESTREO	TRATAMIENTO	REPLICA	TRIPS CAPTURADOS
1	1	1	48
1	1	2	45
1	1	3	220
1	2	1	30
1	2	2	156
1	2	3	135
1	3	1	56
1	3	2	58
1	3	3	210
2	1	1	10
2	1	2	26
2	1	3	112
2	2	1	9
2	2	2	41
2	2	3	29
2	3	1	6
2	3	2	23
2	3	3	35
3	1	1	50
3	1	2	45
3	1	3	26
3	2	1	42
3	2	2	42
3	2	3	12
3	3	1	47
3	3	2	30
3	3	3	24
4	1	1	26
4	1	2	32
4	1	3	25

4	2	1	25
4	2	2	37
4	2	3	18
4	3	1	36
4	3	2	24
4	3	3	26
5	1	1	13
5	1	2	25
5	1	3	27
5	2	1	20
5	2	2	16
5	2	3	18
5	3	1	24
5	3	2	17
5	3	3	31
6	1	1	18
6	1	2	24
6	1	3	24
6	2	1	14
6	2	2	33
6	2	3	23
6	3	1	20
6	3	2	21
6	3	3	19
7	1	1	19
7	1	2	27
7	1	3	15
7	2	1	14
7	2	2	14
7	2	3	17
7	3	1	25
7	3	2	19
7	3	3	11

Bibliografía

Abdullah, Z. S., B. P. J. Greenfield, K. J. Ficken, J. W. D. Taylor, M. Wood y T. M. Butt. 2015. A new attractant for monitoring western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* in protected crops. SpringerPlus (2015) 4:89.

Allsopp, E. 2010. Investigation into the apparent failure of chemical control for management of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande), on plums in the Western Cape Province of South Africa. Crop Protection 29 (2010) 824 – 831.

ASOCOLFLORES. 2015. El sector floricultor, nuestra razón de ser. En: Boletines Estadisticos, http://www.mincit.gov.co/descargar.php?id=74039. 16 p.; consulta: febrero de 2016.

Biddinger, D. J. y E. G. Rajotte. 2015. Integrated pest and pollinator management — adding a new dimension to an accepted paradigm. Current Opinion in Insect Science. 2015 (10), 204 – 209.

Blomquist, G. J., R. Figueroa-Teran, M. Aw, M. Song, A. Gorzalski, N. L. Abbott, E. Chang y C. Tittiger. 2010. Review Pheromone production in bark beetles. Insect Biochemistry and Molecular Biology 40 (2010) 699 – 712.

Broughton, S., J. M. A. Bennington y D. A. Cousins. 2015. Thrips (Thysanoptera) damage to apples and nectarines in Western Australia. Crop Protection 72 (2015) 47 – 56.

Broughton, S., D. A. Cousins y T. Rahman. 2015b. Evaluation of semiochemicals for their potential application in mass trapping of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) in roses. Crop Protection 67 (2015) 130 – 135.

Broughton, S y J. Harrison, 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.

Calixto, C. L. 2005. Trips del suborden Terebrantia (Insecta: Thysanoptera) en la sabana de Bogotá. Revista Colombiana de Entomología. 31(2), 207 – 213.

Cardenas, E y D. Corredor. 1993. Especies de trips (thysanoptera: thripidae) más comunes en invernaderos de flores de la Sabana de Bogotá. Agronomia Colombiana, 1993, Volumen X, Número 2: pág. 132 - 143

Castle, S. y S. E. Naranjo. 2009. Sampling plans, selective insecticides and sustainability: the case for IPM as 'informed pest management'. Pest Manag Sci 2009 (65), 1321 – 1328.

Chermenskaya, T. D., E. M. Pow, C. Woodcock, S. Maniar, I. V. Shamshev, O. G. Selytskaya, V. N. Burov y N. Roditakis. 2001. Behavioural responses of Western Flower Thrips (*Frankliniella occidentalis*) to volatiles from three aromatic plants. Insect Science and its Application. 21(1): 67-72 p.

Childers, C. C. 1997. Capítulo 13: Feeding nd Oviposition Iniuries to Plants. pp 505 – 538. En: Lewis, T. (ed.). Thrips as crop pests. CAB International, New York. 740 p.

DANE. 2016. Colombia, exportaciones según capítulos del arancel. 2008p - 2015p (diciembre). En: Comercio Internacional – Exportaciones, http://www.dane.gov.co/index.php/comercio-y-servicios/comercio-exterior/exportaciones. 1 p.; consulta: febrero de 2016.

Davidson, M., R. Butler, S. Winkler y D. Teulon. 2007. Pyridine compounds increase trap capture of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) in a covered crop. New Zealand Plant Protection 60:56-60.

de Fouchier, A., X. Sun, C. Monsempes, O. Mirabeau, E. Jacquin-Joly y N. Montagné. 2015. Evolution of two receptors detecting the same pheromone compound in crop pest moths of the genus Spodoptera. Front. Ecol. Evol. 3:95. doi: 10.3389/fevo.2015.00095. 11 p.

Dublon, I. A. N. 2009. Capitulo 1: General introduction. pp. 1 – 48. En: Dublon, I. A. N. The aggregation pheromone of the western flower thrips. Keele University, Staffordshire, UK.

El-Sayed, A. M. 2014. The Pherobase: Database of Pheromones and Semiochemicals. En: http://www.pherobase.com. 1p.; consulta: octubre de 2014.

Epsky, M., W. Morrill y R. Mankin. 2008. Traps for Capturing Insects. pp: 3887 – 3901. En: Capinera, J. (ed.). Encyclopedia of Enthomology. Springer. 4346p

Facun, K. 2014. Integrated Pest Management of Western Flower Thrips. En: Universiteit Utrecht, http://dspace.library.uu.nl/bitstream/handle/1874/293882/IPM%20for%20Frankliniella%20occidentalis_final_Saskia.pdf?sequence=2. 32 p.; consulta: febrero de 2016.

Google. 2015. Mapa Cultivos Casablanca S.A.S. En: https://www.google.com.co/maps/@4.9048497,-74.0699604,937m/data=!3m1!1e3?hl=es-419. 1 p.; consulta: mayo de 2015.

IRAC Insecticide Resistance Action Committee. 2016. Modes of Action. En: Modes of Action, http://www.irac-online.org/modes-of-action/. 1 p.; consulta: julio de 2016.

Janmaat, A. F., W. J. de Kogel y E. J. Woltering. 2001. Enhanced fumigant toxicity of p-cymene against *Frankliniella occidentalis* by simultaneous application of elevated levels of carbon dioxide. Pest Manag Sci 58:167 – 173 p.

Hamilton, J. G. C., D. R. Hall y W. D. J. Kirk. 2005. Identification of a male-produced aggregation pheromone in the western flower thrips *Frankliniella occidentalis. Journal of Chemical Ecology,* 31(6) 1369 – 1379.

Harbi, A., M. Elimem y B. Chermiti. 2013. Use of a synthetic kairomone to control *Frankliniella occidentalis* Pergande (Thysanoptera;Thripidae) in protected pepper crops in Tunisia. The African Journal of Plant Science and Biotechnology 7(1) 42 - 47

Heuskin, S., F. J. Verheggen, E. Haubruge (3), J. P. Wathelet y G. Lognay. 2011. The use of semiochemical slow-release devices in integrated pest management strategies. Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 15(3) 459-470

Hoddle, M. S., L. Robinson y D. Morgan. Attraction of thrips (Thysanoptera: Thripidae and Aeolothripidae) to colored sticky cards in a California avocado orchard. Crop Protection 21 (2002) 383 – 388.

Katerinopoulos, H. E., G. Pagona, A. Afratis, N. Stratigakis y N. Roditakis. 2005. Composition and insect attracting activity of the essential oil of *Rosmarinus officinalis*. Journal of Chemical Ecology. 31 (1) 111 – 122p.

Kirk, W. D. J. 1997. Capítulo 4: Feeding. pp 119 – 174. En: Lewis, T. (ed.). Thrips as crop pests. CAB International, New York. 740 p.

Kirk, W. D. J. 2002. Capítulo 3: The pest and vector from the West: *Frankliniella occidentalis*. pp 33 – 42. En: Marullo, R y L. Mound. (ed.). Thrips and Tospoviruses: Proceedings of the 7th International Symposium on Thysanoptera. Australian National Insect Collection, Canberra. 390 p.

Kirk, W. D. J y I. Terry. 2003. The spread of the western flower thrips *Frankliniella occidentalis* (Pergande). Agricultural and Forest Entomology. 2003 (5), 301–310.

Klowdem, M. 2010. Capítulo 12: Communication Systems. pp: 591 – 642. En: Klowden, M. Physiologycal Systems in Insects. Academic Press. 688 p.

KOPPERT. 2014. LUREM-TR. En: Productos, http://www.koppert.es/productos. 1p.; consulta: septiembre de 2014.

Koshier, E. 2006. Capítulo 10: Plant allelochemicals in thrips control strategies. pp 221 – 249. En: Rai, M y M. Carpinella. (eds.). Naturally Occurring Bioactive Compounds. Elsevier B.V. 514 p.

Lim. U. T. y B. P. Mainali. 2009. Optimum density of chrysanthemum flower model traps to reduce infestations of *Frankliniella intonsa* (Thysanoptera: Thripidae) on greenhouse strawberry. Crop Protection 28 (2009) 1098–1100.

MacLeod, A,. J. Head y A. Gaunt. 2004. An assessment of the potential economic impact of *Thrips palmi* on horticulture in England and the significance of a successful eradication campaign. Crop Protection. 23 (7), 601 – 610.

Mainali. B. P. y U.T. Lim. 2008. Evaluation of chrysanthemum flower model trap to attract two *Frankliniella thrips* (Thysanoptera: Thripidae). Journal of Asia-Pacific Entomology 11 (2008) 171–174.

Mainali. B. P. y U.T. Lim. 2009. Circular yellow sticky trap with black background enhances attraction of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) Appl. Entomol. Zool. 45 (1): 207 –213.

Martínez, R. y N. Martínez. 1997. Capítulo 5: Bloques completos aleatorizados y cuadrado latino. pp. 77 – 106. En: Martínez, R. y N. Martínez. Diseño de experimentos. Análisis de datos estándar y no – estándar. Primera Edición. Fondo Nacional Universitario, Bogotá. D.C. 479 p.

Mendesil. E., T. J. A. Bruce, C. M. Woodcock, J. C. Caulfield, E. Seyoum y J. A. Pickett. 2009. Semiochemicals used in Host Location by the Coffee Berry Borer, *Hypothenemus hampei*. J Chem Ecol (2009) 35:944–950.

Milne. M, G. Walter y J. Milne. 2002. Mating Aggregations and Mating Success in the Flower Thrips, *Frankliniella schultzei* (Thysanoptera: Thripidae), and a Possible Role for Pheromones. Journal of Insect Behavior, Vol. 15, 351 – 368.

Ministerio de Desarrollo Agropecuario MIDA. 2010. RESOLUCIÓN DNSV-N° FF-005, DE 1 JULIO DE 2010. En: Documentos, http://www.mida.gob.pa/upload/documentos/flores_y_follajes_colombia.pdf. 8 p.; consulta: febrero de 2016.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural MADR. 2015. Cadena de Flores y Follajes. En: Documentos – Sistema de información de gestión y desempeño de organizaciones de cadenas SIOC http://sioc.minagricultura.gov.co/index.php/opc-documentoscadena?ide=23. 16 p.; consulta: febrero de 2016.

Mfuti, D. K., S. Subramanian, R. W. van Tol, G. L. Wiegers, W. J. de Kogel, S. Niassy, H. du Plessis, S. Ekesi y N. K. Maniania. 2016. Spatial separation of semiochemical Lurem-TR and entomopathogenic fungi to enhance their compatibility and infectivity in an autoinoculation system for thrips management. Pest Management Science. 72(1), 131–139.

Nalini, R. 2012. Micropropagation of Chrysanthemum (*chrysanthemum morifolium*) using shoot tip as explant. International Journal of Food, Agriculture and Veterinary Science. Vol. 2 (2) pp.62-66.

Nielsen, M. C. K. 2013. Capítulo 2: Evaluation of different passive dispenser systems for the controlled release of volatile insect lures. pp. 25 – 36. En: Nielsen, M. C. K. Factors affecting the response of thrips to an olfactory cue. Bio-Protection Research Centre. Lincoln University. Christchurch, Nueva Zelanda. 170 p.

Olaniran, O. A. 2013. Capítulo 1: General introduction. pp 1 – 36. En: Olaniran, O. A. The roles of pheromones of adult western flower thrips. Keele University. Staffordshire, UK. 203 p.

Pavia, D. L., G. M. Lampman, G. S. Kriz y R. G. Engel. 2005. Part Six The Techniques: Technique 22 Gas Chromatography. 837 – 856p. En: Pavia, D. L., G. M. Lampman, G. S. Kriz y R. G. Engel. (ed.). Introduction to Organic Laboratory Techniques: A Small Scale Approach. Thomson, Belmont. 1028p.

Pitts, R., R. Mozūraitis, A. Bialecki y G. Lempérière. 2014. The roles of kairomones, synomones and pheromones in the chemically-mediated behaviour of male mosquitoes. Acta Tropica 132S (2014) S26–S34.

Prasad, Y. G. y M. Prabhakar. 2012. Capítulo 3: Pest Monitoring and Forecasting. Pp 41 – 57. En: Abrol, D. P. y U. Shankar. (ed.). Integrated Pest Management: Principles and Practice. CAB International, London. 512 p.

Rani, P. 2014. Kairomones for Increasing the Biological Control Efficiency of Insect Natural Enemies. pp: 289 – 306. En: Sahayaraj, K (ed.). Basic and Applied Aspects of Biopesticides. Springer. 384 p.

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.

Rodriguez Saona, C.R., S. Polavarapu, J.D. Barry, D. Polk, R. Jörnsten, P.V. Oudemans y O.E. Liburd. 2010. Color preference, seasonality, spatial distribution and species composition of thrips (Thysanoptera: Thripidae) in northern highbush blueberries. Crop Protection 29 (2010) 1331 – 1340.

Sampson, C., J. G. C. Hamilton y W. D. J. Kirk. 2012. The effect of trap colour and aggregation pheromone on trap catch of *Frankliniella occidentalis* and associated predators in protected pepper in Spain. Integrated Control in Protected Crops 80 (2012) 313-318

Sampson, C. y W. D. J. Kirk. 2013. Can Mass Trapping Reduce Thrips Damage and Is It Economically Viable? Management of the Western Flower Thrips in Strawberry. PLoS ONE 8(11): e80787. doi:10.1371/journal.pone.0080787

Servicio Agrícola y Ganadero SAG. Plan de trabajo para el establecimiento de medidas de seguridad cuarentenaria, contra *Thrips palmi* y *Liriomyza trifolii* en flores cortadas a exportarse desde Colombia a Chile. En: Productos Agrícolas, http://www.sag.cl/sites/default/files/plan_de_trabajo_para_el_establecimiento_de_medidas_de_seguridad_cuarentenaria_en_flores_cortadas.pdf. 11 p.; consulta: febrero de 2016.

Shipp, J. L. 1995. Capítulo: Monitoring of Western Flower Thrips on Glasshouse and Vegetable Crops. pp 547 – 556. En: Parker, B. L., M. Skinner y T. Lewis. (eds.). Thrips Biology and Management. Nato Science Series A, New York. 740 p.

Syngenta. 2014. Thripline ams (Feromona sexual de *Frankliniella occidentalis*). En: Productos, http://www3.syngenta.com/country/es/sp/productos/bioline. 1p.; consulta: septiembre de 2014.

Terry, I. 1997. Capítulo 3: Host Selection, Communication and Reproductive Behaviour. pp 65 – 118. En: Lewis, T. (ed.). Thrips as crop pests. CAB International, New York. 740 p.

Teulon, D. A. J., R. C. Butler, D. E. James y M. M. Davidson. 2007. Odour-baited traps influence thrips capture in proximal unbaited traps in the field. Entomologia Experimentalis et Applicata 123 : 253–262.

Teulon, D. A. J., M. M. Davidson, M. C. Nielsen, N. B. Perry, R. W. H. M. van Tol y W. J. De Kogel. 2008. The potential use of lures for thrips biological control in greenhouses: practice and theory. En: Mason, P. G., D. R. Gillespie y C. Vincent. (ed.). Procceedings of the Third International Symposium on Biological Control of Arthropods, Christchurch, New Zealand. 8-13 February 2009, 636 p.

Teulon, D., C. Castañé, M. Nielsen, A. M. El-Sayed, M. M. Davidson, R. Gardner-Gee, J. Poulton, A. M. Kean, C. Hall, R. C. Butler, C. E. Sansom, D. M. Suckling y N. B. Perry. 2014. Evaluation of new volatile compounds as lures for western flower thrips and onion thrips in New Zealand and Spain. New Zealand Plant Protection 67: 175-183.

Tholl, D., W. Boland, A. Hansel, F. Loreto, U. Rose y J. Schnitzler. 2006. Practical approaches to plant volatile analysis. The Plant Journal, 45 (4): 540–560

Tunstall, N. E. y C. G. Warr. 2012. Capítulo 4: Chemical communication in insects: The Peripheral Odour Coding System of *Drosophila Melanogaster*. pp 59 – 77. En: Lopez - Larrea, C. (ed.). Sensing in Nature. Springer-Verlag, New York. 314 p.

Ukeh, D. A., C. M. Woodcock, J. A. Pickett y M. A. Birkett. 2012. Identification of Host Kairomones from Maize, *Zea mays*, for the Maize Weevil, *Sitophilus zeamais*. J Chem Ecol (2012) 38:1402–1409.

Vandermoten. S., M. C. Mescher, F. Francis, E. Haubruge y F. J. Verheggen. 2012. Review Aphid alarm pheromone: An overview of current knowledge on biosynthesis and functions. Insect Biochemistry and Molecular Biology 42 (2012), 155–163.

van Tol, R. W. H. M., A. de Bruin, R. C. Butler, M. M. Davidson, D. A. J. Teulon y W. J. de Kogel. 2011. Methyl isonicotinate induces increased walking and take-off behaviour in western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 142: 181–190, 2012

Yew, J. Y. y H. Chung. 2015. Review Insect pheromones: An overview of function, form, and discovery. Progress in Lipid Research 59 (2015) 88–105.

Zhang, D. D. y C. Löfstedt. 2015. Moth pheromone receptors: gene sequences, function, and evolution. Front. Ecol. Evol. 3:105. doi: 10.3389/fevo.2015.00105. 10 p.

Zhang, J., W. B. Walker y G. Wang. 2015. Pheromone Reception in Moths: From Molecules to Behaviors. Progress in Molecular Biology and Translational Science, Volume 130. 109 – 128 p.
7