

MUESTREO DE SINFÍLIDOS PARA EL DIAGNÓSTICO Y VIGILANCIA EN CULTIVOS DE CRISANTEMOS (*Dendranthema grandiflora*) EN COLOMBIA

SYMPHYLANS SAMPLING FOR THEIR DIAGNOSIS AND SURVEILLANCE IN GARDEN CHRYSANTHEMUM (*Dendranthema grandiflora*) IN COLOMBIA

Diego Salazar-Moncada^{1*}, Guillermo Correa-Londoño², Juan Aristizábal-Quintero³, Germán Zuluaga-Ramírez³, y Jaime Calle-Osorno¹

¹ Universidad de Antioquia, Calle 67 No 53-108, Medellín, Colombia.

² Universidad Nacional de Colombia, Calle 59A No 63 – 20, Medellín, Colombia.

³ Flores Esmeralda S.A.S CI. CI 29 16-04, La Ceja, Colombia.

*Autor para correspondencia E-mail: diego2628@gmail.com

RESUMEN

Los sinfílidos (Arthropoda: Myriapoda) son habitantes naturales del suelo; existen dos géneros, *Scutigera* y *Hanseniella*, que están reconocidos como plagas de cultivos en el mundo. El objetivo de esta investigación fue evaluar diferentes formas de muestreo de sinfílidos, para su diagnóstico en cultivos de crisantemo (*Dendranthema grandiflora*) en Colombia. Con los resultados obtenidos se diseñó un protocolo para el diagnóstico de sinfílidos en cultivos de flores, el cual para una cama de cultivo, requiere tres muestras de suelo provenientes de la rizósfera, debajo de la manguera de riego. Adicionalmente, se estableció un umbral de acción, cuando se registra un promedio de 0,4 sinfílidos por 100 g de suelo.

Palabras clave: manejo integrado de plagas, miriápodos, monitoreo.

ABSTRACT

Symphylans (Myriapoda: Symphyla) are natural inhabitants of soil. Two genera, *Scutigera* and *Hanseniella*, are considered worldwide crop pests. The aim of this study was to evaluate different symphylan sampling methods to effectively test for the presence of symphylan pests of *Dendranthema grandiflora* (garden chrysanthemum) in Colombia. Based on the results obtained, a protocol was designed to test for the presence of symphylans in flower crops, collecting three rhizosphere soil samples under the irrigation hose. In addition, an action threshold was set when an average of 0.4 symphylans per 100 g soil was recorded.

Key words: integrated pest management, pest control, sampling, economic threshold.

INTRODUCCIÓN

Colombia es el segundo país productor de flores en el mundo, con un valor exportado para 2013 de 1.334 millones de dólares (MinAgricultura, 2014). En el mercado interno las flores ocupan el primer lugar de exportaciones agrícolas no tradicionales, con 6.783 ha plantadas (Fenalco Antioquia, 2013).

Entre las plagas que afectan la producción de flores de corte están los sinfílidos, artrópodos que pertenecen a la clase Symphyta (Pocock), habitantes naturales del suelo, cuya abundancia se ve estimulada por la perturbación de los ecosistemas naturales (Barbercheck et al., 2008; Culliney, 2013). Los géneros más importantes involucrados como plagas en cultivos son *Scutigerella* Ryder y *Hanseniella* Bagnal, pertenecientes a la familia Scutigerellidae (de Morais y da Silva, 2009) y el daño principal es el consumo de raíces jóvenes y de plántulas (Umble et al., 2006; Soler et al., 2010).

En Colombia, la especie *Scutigerella immaculata* Newport ha sido reportada como plaga en cultivos de flores (Peña, 1998; Acosta, 2006). Sin embargo, recientemente se realizó una determinación morfológica, mediante fotografías de microscopía electrónica, y molecular, con las secuencias moleculares *COI* e *ITS2*, de especímenes en cultivos de flores ubicados en Antioquia (6°1'0" N, 75°25' O) y Cundinamarca (4°45'4.10" N, 74°13'30.87" O) donde los especímenes evaluados no corresponden con la especie *S. immaculata* y posiblemente sean una especie nueva (Salazar et al, 2015).

Existen diferentes métodos de muestreos de artrópodos del suelo. El más antiguo es el de Berlese, que consiste en un embudo donde se deposita la muestra de suelo, a través del cual los artrópodos migran hacia un recipiente con alcohol al 70%. La primera modificación a este método fue realizada por Tullgren, al agregar una fuente de luz (Sandler et al., 2010). Posteriormente, predominó la búsqueda manual de sinfílidos. Luego, hasta finales de la década del 50, fue ampliamente usado el método de flotación, que consistía en tomar la muestra de suelo y depositarla en un recipiente con agua, para que los sinfílidos flotaran, lo que facilitaba su posterior conteo. Peña (1998) usó otra modificación al método de Berlese, quien evaluó diferentes aspectos de sinfílidos de la especie *S. immaculata*, en cultivos de flores en la Sabana de Bogotá. Un estudio de fauna edáfica por diferentes métodos mostró que el método de embudo de Berlese-Tullgren resultó efectivo para la evaluación de los organismos de mayor tamaño y movilidad (Sandler et al., 2010).

La determinación del número de muestras que permitan estimar umbrales de acción de sinfíli-

dos en cultivos no es una tarea fácil, debido a la susceptibilidad diferencial que hay entre cultivos, a la alta movilidad de esta plaga en el suelo, y a las variables del suelo como temperatura y humedad. Existen estudios que asocian el número de sinfílidos con daño. Por ejemplo, Peña (1998) evidenció la severidad del daño que pueden causar los sinfílidos en cultivos de clavel (*Dianthus* sp. L.), rosa (*Rosa* sp. L.) y pompón (*Dendranthema* sp. (DC.) Des Moul) y registró una disminución del 68% del peso seco de la planta en tan solo ocho semanas, con una densidad de 5 sinfílidos por planta.

El comportamiento de sinfílidos en el tiempo ha sido poco estudiado. En años recientes se demostró que los sinfílidos en cultivos de piña (*Ananas comosus* (L.) Merr) forman focos de infección (Soler et al., 2011). Por lo tanto, conocer el historial de la presencia de sinfílidos en cultivos de flores, permitiría predecir este problema en los ciclos de producción siguientes.

El objetivo de esta investigación fue evaluar diferentes formas de muestreo de sinfílidos en cultivos comerciales de crisantemos, que permitan diagnosticar el problema de una manera confiable. Para lograr lo anterior se requirió estandarizar un protocolo de muestreo de sinfílidos, estimar las pérdidas económicas, determinar la estabilidad de focos de infección de sinfílidos entre dos ciclos de producción consecutivos, y conocer la dinámica de la población de sinfílidos a lo largo de un ciclo de producción.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Los muestreos se realizaron entre los años 2009 y 2011 en la empresa productora y comercializadora de flores ornamentales para exportación Flores Esmeralda S.A.S.C.I., ubicada en el oriente del departamento de Antioquia, municipio de La Ceja (6°1'10" N, 75°25'0" O), con una altitud de 2.180 msnm y una temperatura promedio anual de 18°C.

Procesamiento de las muestras de suelo.

Las muestras de suelo, de 100 g cada una, tomadas a una profundidad de 15 cm, se procesaron usando el método modificado de Berlese, que consistió en depositar la muestra de suelo sobre una malla de diámetro de 1 mm, luego se tapó con un cono que tiene incorporado una fuente de luz y calor, que obliga a los sinfílidos a traspasar la malla hacia una base de color negro, lo que permite una mejor visualización y posterior conteo (Peña, 1998). Además, se realizó una revisión manual de la muestra de suelo para garantizar que no quedaran individuos sin registrar.

Estandarización del muestreo de sinfilidos para una cama de cultivo de flores

La estandarización requirió evaluar tres esquemas de muestreos para establecer el número de muestras mínimo para una cama de cultivo con un área de 36 m² (30 m de largo x 1,2 m de ancho).

El primer esquema de muestreo correspondió al realizado regularmente en la empresa, consistente en dividir la cama de cultivo en tres partes, en cada uno de los tercios se identificaron grupos de plantas que exhibieran retraso en la altura, las cuales podrían ser indicadoras de focos de sinfilidos, y se tomó una muestra de suelo debajo de la manguera de riego; el dato para una cama de cultivo, por este método, fue producto del promedio de sinfilidos de tres muestras de suelo.

El segundo esquema de muestreo consistió en dividir la cama de cultivo en cuatro partes. En cada una se tomaron cuatro muestras aleatorias, dos debajo de la manguera de riego y dos entre mangueras de riego; en total se procesaron 16 muestras con las que se obtuvo el promedio de sinfilidos por cama de cultivo. El tercer método de muestreo fue similar al anterior, pero en este último la muestra de suelo fue tomada de la rizósfera.

Por último, también fue necesario evaluar condiciones ambientales del suelo, registradas solo en muestras tomadas mediante el segundo esquema de muestreo. Las variables pH, temperatura, conductividad y nitratos, fueron medidas de acorde al procedimiento seguido en la empresa. La humedad fue una medida indirecta, teniendo en cuenta el criterio de mayor humedad en muestras debajo de manguera de riego (M) y menor humedad para muestras entre mangueras de riego (E). Adicionalmente, se registró la edad de las plantas del sitio donde se extrajo la muestra de suelo. Los valores obtenidos de todas las variables se relacionaron con el valor registrado para sinfilidos.

Estimación de pérdidas económicas y umbral de acción.

Se registraron variedades de crisantemos susceptibles a sinfilidos distribuidas de la siguiente manera: Beret Green, en 29 camas de cultivo; Athos, en 18, y Olé, en tres, para un total de 50 camas de cultivo evaluadas, cada una con 3.300 plantas.

El método de muestreo consistió en dividir la cama de cultivo en tercios; en cada uno se tomaron dos muestras de suelo de 100 g, aleatorias, debajo de la manguera de riego y en la rizósfera, para obtener un promedio de sinfilidos de seis muestras por cama de cultivo. Posteriormente, a cada cama de cultivo se le realizó un seguimiento semanal, durante tres semanas, de acuerdo al número de plantas que presentaban retraso en el crecimiento, consideradas como pérdidas y categorizadas cua-

litativamente. Así una cama de cultivo buena (B) presenta menos del 1% de pérdida del número de plantas con retraso en su crecimiento; una cama de cultivo regular (R) con pérdidas entre el 1 y 3%, y una cama de cultivo mala (M) con pérdidas mayores a 3%.

Permanencia de focos de infección en el tiempo

Se escogieron 18 camas de cultivo cuya edad estuviera en semana 10, que corresponde a las etapas finales de un ciclo de producción. Se detectaron focos de infección de sinfilidos, al observarse sectores con plantas que presentaban retardo en el crecimiento. Se tomaron 111 muestras debajo de manguera de riego y en la rizósfera y se referenciaron los puntos para su posterior muestreo en el siguiente ciclo de producción, con un tiempo mínimo de diferencia entre ambas muestras de tres semanas. En total se procesaron 222 muestras de suelo.

Fluctuación poblacional de sinfilidos en una cama de cultivo a lo largo de un ciclo de producción

Se evaluó una sola cama de cultivo; se tomaron 140 muestras de suelo por semana, durante nueve semanas para un total de 1.260 muestras. Adicionalmente se midió la altura de las plantas en la semana cuatro, donde se refleja claramente el daño por sinfilidos, y en la semana 10, antes de terminar el ciclo de producción, en cada uno de los puntos de muestreo. La altura en la semana cuatro se categorizó de acuerdo a estándares de crecimiento que tiene la empresa, de la siguiente manera: plantas sanas con alturas superiores a 30 cm, plantas regulares entre 20 y 30 cm, y plantas afectadas con alturas menores de 20 cm. De igual manera, se procedió con las mismas plantas en la semana 10, con el siguiente criterio: plantas sanas con alturas superiores a 120 cm, plantas regulares entre 100 y 120 cm, y plantas afectadas menores de 100 cm. Los datos de sinfilidos obtenidos por semana fueron graficados, para observar el comportamiento a lo largo de un ciclo de producción.

Análisis estadísticos

Para todos los análisis se usó el programa estadístico R (R Core Team, 2014) y un nivel de significancia del 5%. En los casos en que no se satisficieron los supuestos de normalidad de errores y homogeneidad de varianzas se aplicaron pruebas no paramétricas.

Para la determinación del número de muestras por cama de cultivo, se tomó la cama de cultivo como unidad poblacional y la variable evaluada fue el número promedio de sinfilidos en 100 g de suelo. Se realizaron dos comparaciones independientes entre sí; la primera fue entre los dos

primeros esquemas de muestreo con 23 camas de cultivos analizadas y la segunda entre el primer y tercer esquema de muestreo con 23 camas de cultivos procesadas. Ambas comparaciones fueron realizadas con pruebas de *t* pareadas (Triola 2004).

Se evaluaron las correlaciones entre el número de sinfílicos y el valor registrado de las variables ambientales medidas en las muestras de suelo de 100 g. Con respecto a la humedad indirecta, se hizo una comparación de medianas de sinfílicos de muestras de suelo debajo de manguera y entre mangueras, mediante la prueba no paramétrica de suma de rangos de Wilcoxon (Triola, 2009a). Se usó la prueba de Kruskal-Wallis para comparar las medianas del número de sinfílicos entre las diferentes categorías de edades de las plantas.

En los análisis de la estimación de pérdidas económicas se realizó un Análisis de Varianza (ANOVA) para contrastar el número medio de sinfílicos por cama entre los grupos de camas con diferente valoración cualitativa, registrados semanalmente por tres semanas consecutivas.

En los análisis de la permanencia de focos de infección en el tiempo, cada unidad de muestreo correspondió a 100 g de suelo, y se realizó la prueba de J_i cuadrado de McNemar para muestras pareadas (Triola, 2009b).

Por último, en la fluctuación poblacional de sinfílicos en una cama a lo largo de un ciclo de producción, 100 g de suelo fue considerada como

la unidad de muestreo; las variables evaluadas fueron el número de sinfílicos y la altura de las plantas. Se realizaron ANOVAS para el número de sinfílicos y la altura de las plantas medidas en la semana cuatro y 10 respectivamente.

RESULTADOS

Estandarización del muestreo de sinfílicos para una cama de cultivo de flores.

La comparación entre los dos primeros esquemas de muestreo no mostró diferencias significativas ($P = 0,47$). Resultados similares se encontraron en la comparación entre el primer y tercer esquema de muestreo ($P = 0,67$).

Con respecto a las variables ambientales, la humedad del suelo debajo de la manguera de riego (M) comparada con la humedad del suelo entre mangueras de riego (E), mostró una diferencia estadísticamente significativa (Fig. 1).

Las variables temperatura (16,2-20,1°C), nitratos (53,1-181,3 mg kg h⁻¹), pH (5,3-6,5) y conductividad (0,5-2,2 $\mu\text{S cm}^{-1}$) no exhibieron relaciones estadísticamente significativas ($P > 0,05$) con el número de sinfílicos.

Al comparar las medianas de sinfílicos entre los diferentes grupos etarios de plantas (entre las semanas 3 y 8), se registró una diferencia estadísticamente significativa, con mayor número de sinfílicos a edades tempranas, tendencia observada claramente solo entre las semanas 6 y 8 (Fig. 2).

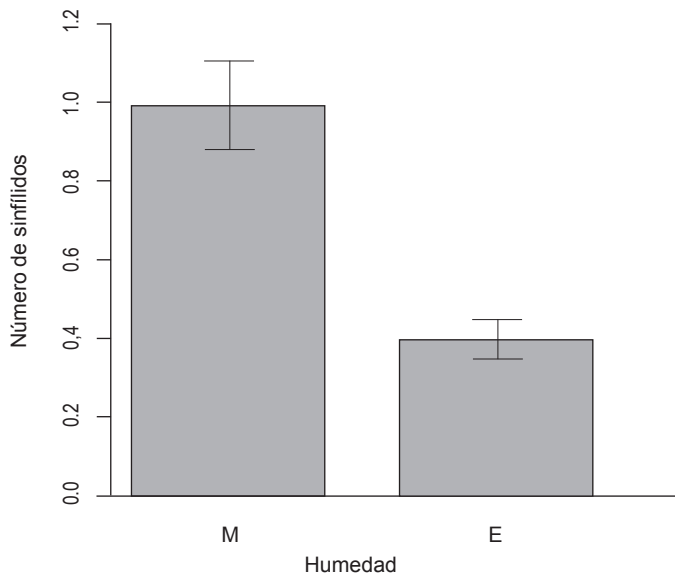


Fig. 1. Comparación de las medianas del número de sinfílicos por cada 100 g de suelo muestreados con respecto a la humedad indirecta (M = muestras debajo de manguera; E = muestras entre manguera; $n = 288$ datos, $P < 0,0001$).

Fig. 1. Comparison of symphyllans medians per 100 g of soil sampled with respect to indirect humidity (M = samples under hoses; E = samples between hoses; $n = 288$ data, $P < 0.0001$).

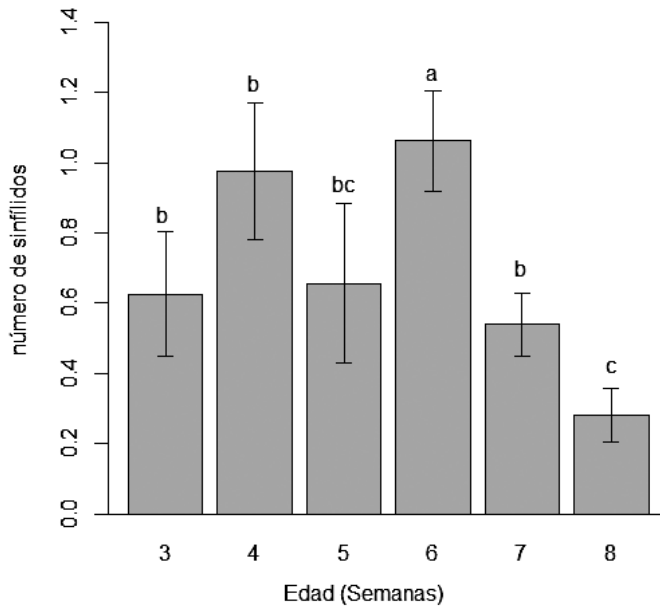


Fig. 2. Comparación de las medianas de los sinfílidos en 100 g de suelo registrados en diferentes edades de las plantas (*Dendranthema grandiflora*), mediante la prueba de Kruskal-Wallis. N = 576. $P < 0,0001$.

Fig. 2. Comparison of symphylans medians in 100 g of soil recorded at different plant ages (*Dendranthema grandiflora*), using the Kruskal-Wallis. N = 576. $P < 0,0001$.

Estimación de pérdidas económicas

En los análisis realizados en las semanas evaluadas para la estimación de las pérdidas económicas, solamente se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas en la semana tres. En dicha semana, los valores medios de sinfílidos fueron 0,31 en camas de cultivo buenas (B), 0,65 para camas de cultivos regulares (R), y 1,27 en las camas de cultivos malas (M) (Fig. 3).

Permanencia de focos de infección en el tiempo.

El muestreo de sinfílidos en dos ciclos de producción sucesivos mostró mediante la prueba de McNemar un valor de $P = 0,32$, que indica que la presencia o ausencia de sinfílidos en el primer ciclo no son independientes de la presencia y ausencia registrada en el segundo ciclo.

Fluctuación poblacional de sinfílidos en una cama de cultivo a lo largo de un ciclo de producción

El total de muestras fue de 1.260, con un total de 1.206 sinfílidos para un promedio de 0,96 sinfílidos/100 g de suelo. Al comparar el número de sinfílidos entre dos grupos de plantas de diferentes alturas, en la semana cuatro, mediante la prueba de Kruskal-Wallis, no se observó diferencias estadísticamente significativa ($P = 0,6411$). Cabe mencionar que para esta lectura no se presentaron plantas buenas. De forma similar, la comparación

realizada en la semana 10 no mostró diferencias estadísticamente significativas ($P = 0,72$) del número de sinfílidos y los tres grupos de plantas de diferentes alturas.

La Fig. 4 muestra la evolución del número de sinfílidos en una cama de cultivo a lo largo de todo el ciclo de producción, donde se observa un aumento progresivo de los sinfílidos, con excepción en las semanas seis, siete y nueve.

DISCUSIÓN

Estandarización del muestreo de sinfílidos para una cama de cultivo de flores.

Dado que no hubo diferencia estadística entre los diferentes esquemas de muestreo, se sugiere que es suficiente tomar tres muestras de suelo para determinar el promedio de sinfílidos y diagnosticar el problema en una cama de cultivo. Este esquema fue propuesto inicialmente en la empresa y ha servido para realizar actividades de vigilancia y seguimiento a las poblaciones de esta plaga. El hecho de tomar solo tres muestras de suelo para diagnosticar el estado de una cama de cultivo, permite una evaluación más rápida y por consiguiente el monitor evaluará mayor número de camas de cultivo durante su jornada laboral.

Los suelos usados en cultivos de flores en Colombia presentan condiciones óptimas para el establecimiento y desarrollo de sinfílidos (Peña,

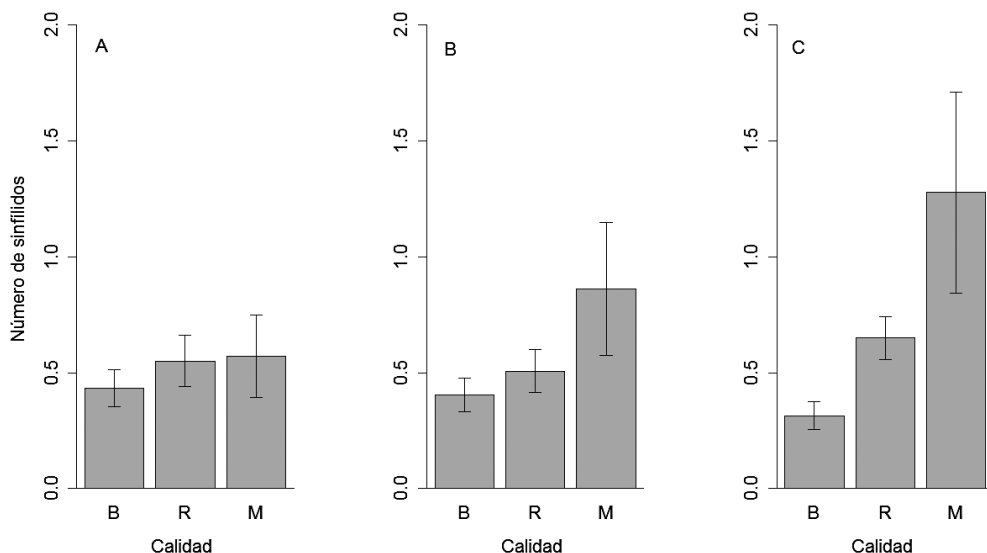


Fig. 3. Comparación de medias poblacionales de sinfílidos y la categorización cualitativa del estado de la cama por semana.

n = 50. B = Buena; R = Regular; M = Mala.

A. Semana 1, valor $P = 0,6530$; B. Semana 2, $P = 0,0907$; C. Semana 3, $P = 0,00013$.

Fig. 3. Comparison of symphylans averages and qualitative categorization of the status of the growing beds per week.

n = 50. B = Good; R = Regular; M = Poor.

A. Week 1, $P = 0.6530$; B. Week 2, $P = 0.0907$; C. Week 3, $P = 0.00013$.

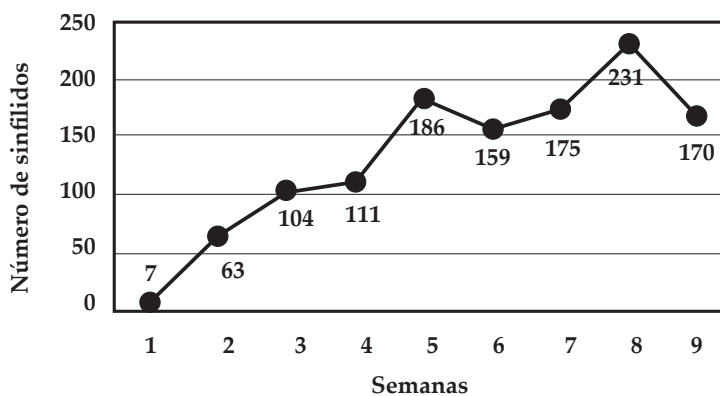


Fig. 4. Total de sinfílidos por semana en un ciclo completo de producción en una sola cama de cultivo.

Fig. 4. Weekly symphylans population in a full production cycle in one growing bed.

1998). De los factores considerados en este estudio, la humedad fue el más importante, dado que existe mayor número de sinfílidos debajo de la manguera de riego, donde la humedad es mayor que entre mangueras.

Los datos de las variables registradas en el suelo, como temperatura, pH, nitratos y conductividad, no se relacionaron significativamente con el número de sinfílidos, lo que indica que estos ar-

tropodos toleran amplios rangos de variación de estos factores. La variable pH presentó valores entre 5,2 y 6,5, coincidiendo con Umble et al. (2006) quienes informaron que los sinfílidos pueden estar en suelos ácidos y alcalinos, con valores de pH hasta de 8,0.

Con respecto a la edad de la planta y el número de sinfílidos, se evidenció una preferencia de los sinfílidos por plantas más jóvenes, en el rango

de edad entre las 6 y las 8 semanas. Sin embargo, este fenómeno no se observó en plantas con edad entre tres hasta cinco semanas; una posible explicación es atribuible al número de casos analizados para la edad de tres y cinco semanas que fueron de 48 y 32, respectivamente, mientras que el número de casos para las plantas de las otras edades registradas fue mínimo de 112. Esto se presentó por situaciones ajenas a la investigación, como por ejemplo, fumigaciones en bloques al momento de los muestreos. Los resultados muestran una tendencia de mayor número de sinfilidos en plantas de menor edad, lo que es congruente con sus hábitos alimenticios, dado su incapacidad para afectar raíces más gruesas lo que condiciona una mayor preferencia por raíces tiernas. Por consiguiente, las plantas pierden capacidad de absorber agua y nutrientes (Umble et al., 2006) lo que se refleja en una disminución del crecimiento (Fig. 5)

Adicional al daño mecánico de las raíces, causado por los sinfilidos, está la susceptibilidad que produce la entrada de fitopatógenos, situación que puede conllevar a una confusión en el diagnóstico por ataque de sinfilidos (Umble et al., 2006).

Estimación de pérdidas económicas y umbral de acción

Un aspecto decisivo para estimar las pérdidas económicas y el umbral de acción, fue considerar una variedad susceptible, porque permite dimensionar la magnitud económica del problema. Hasta el momento la recomendación del umbral de acción en cultivos de flores es de 1 sinfilido/100 g de suelo, en pruebas de laboratorio con clavel (*Dianthus* sp.), rosa (*Rosa* sp.) y pompón (*Dendranthema* sp.) en macetas (Peña 1998).

En el presente estudio, las plantas consideradas regulares (R) presentaron un rango promedio de sinfilidos mayor a 0,31 y menor de 0,65. Considerando la alta susceptibilidad que presentan algunas variedades de crisantemos, se recomienda un umbral de acción de 0,4 sinfilidos/100 g. Esto significa que cuando se realice un muestreo y se registre este valor, se debe realizar alguna práctica de control, ya que las pérdidas de producción comienzan a ser significativas. Este umbral también considera cifras económicas. Por ejemplo, el 1% de una cama de cultivo con 3.300 plantas son 33 plantas, que representan entre 4,7 y 5,6 ramos, cuyo costo de producción, acorde con el departamento financiero de la empresa está entre 4,7 y 5,6 dólares (1 dólar por ramo) y cuyo precio en el mercado fluctúa entre 8 y 9,5 dólares (1,65 a 1,7 dólares por ramo). Las pérdidas toman mayor relevancia si se considera que una hectárea de cultivo de flores está compuesta por 171 camas; por lo tanto, se deben implementar medidas para el control de sinfilidos. Para efectos prácticos, se relacionaron aspectos metodológicos y resultados (Tabla 1), donde se puede visualizar claramente el criterio propuesto para el diagnóstico de una cama de cultivo.

Con los datos proporcionados por algunos floricultores, se puede estimar un nivel de daño económico con la fórmula

$$NDE = \frac{C}{ID * P * K}$$

donde NDE = Nivel de daño económico, expresado en términos de la densidad poblacional que causa daño económico; C = Costo económico



Fig. 5. Plantas de crisantemo de tres semanas de edad. Las plantas de la derecha presentaron ataques severos de sinfilidos.

Fig. 5. Three weeks old chrysanthemum plants. Plants on the right showed severe symphylans bouts. (Photo D. Salazar 2013).

Tabla 1. Criterios para el diagnóstico de sinfílicos en camas de cultivos de flores.**Table 1. Criteria to test for the presence of symphylans in flower crop beds.**

Criterios de evaluación	Relación entre criterios		
1. Valoración cualitativa de la cama de cultivo.	Buena (B)	Regular (R)	Mala (M)
2. Promedio de sinfílicos/100 g de suelo.	Menor de 0,4	Entre 0,4 y 0,8	Mayor a 0,8

Fuente: Salazar, 2014.

asociado a la medida de control. En este caso, el control con Clorpirifos para una cama de cultivo cuesta US \$ 5,5 (1 US \$ = \$ 2.000 colombianos), usando una dosis de 1 mL de producto/L a un volumen de aplicación de 280 litros por cama de cultivo; ID = Índice de daño máximo permisible para la plaga. Para el caso de sinfílicos, este valor corresponde al 1% del número de plantas en un una cama de cultivo (0,01); P = Precio medio de venta de la producción de una cama de cultivo con 3.300 plantas (750 US\$); K: Reducción de la plaga como producto de la aplicación de la medida de control, asumiendo un 75%.

Por lo tanto, el NDE, considerando el control con clorpirifos es de 0,977 sinfílicos/100 g; el correspondiente umbral de acción, considerando el 50%, es de 0,488 sinfílicos/100 g, valor cercano al umbral propuesto en esta investigación.

Permanencia de focos de infección en el tiempo

El análisis indica que existe una relación de encontrar, o no encontrar, sinfílicos al realizar un muestreo de suelo en los mismos sitios en dos tiempos diferentes.

La investigación realizada por Soler et al. (2011) demuestra que los sinfílicos permanecen en un sitio determinado en condiciones estables del suelo, donde un área de 4-6 m² es suficiente para su desarrollo; además encontró que los sinfílicos presentan una distribución homogénea a lo largo de distintas profundidades, hasta de 50 cm. Por otro lado, a diferencia de lo que sucede en las zonas templadas, donde frecuentemente se presentan cambios dramáticos en algunas condiciones ambientales, en el trópico estos cambios son graduales y mucho más en cultivos bajo invernadero. Por lo tanto, conocer el historial de la presencia de sinfílicos en sitios específicos en una cama de cultivo puede usarse para predecir el riesgo de futuras infecciones, lo que es valioso para la toma de medidas preventivas.

Fluctuación poblacional de sinfílicos en una cama de cultivo a lo largo de un ciclo de producción

El análisis del comportamiento de sinfílicos

confirma algunos aspectos relevantes para el cultivo de flores. Se evidencia el establecimiento de sinfílicos en etapas tempranas del cultivo, como lo estableció Umble et al. (2006) y Soler et al. (2010) en cultivos de piña. Por ejemplo, el registro obtenido a los 10 días corresponde a un promedio de 0,45 sinfílicos 100 g⁻¹ de suelo, que de acuerdo con la Tabla 1, la cama de cultivo estaría categorizada como regular y se debería tomar alguna medida de control. En la semana cuatro, a los 24 días, el registro de alturas mostró que no hay plantas sin afección (B); como se mencionó anteriormente, en la tercera semana se visualizan claramente los síntomas de daño, reflejado en la reducción del crecimiento.

Una situación que llama la atención es que en la semana 10 existían algunas plantas con el criterio de sin afección (B) y cumplían con los requisitos de producción. Aparentemente es contradictorio, si se compara con la altura en la semana cuatro, donde ninguna planta cumplía con ese criterio. Una posible explicación es que los sinfílicos muestreados no se devolvían a la cama de cultivo, por consiguiente, de alguna forma se hizo un control manual y algunas plantas tenían la oportunidad de recuperarse desde estados tempranos.

Con los resultados obtenidos en las diferentes evaluaciones realizadas en esta investigación, se propone un esquema de muestreo para realizar un diagnóstico de sinfílicos, donde se consideran dos situaciones:

1. Procedimiento para diagnosticar una cama de cultivo que se encuentre al final de un ciclo de producción:

- 1.1. Se localizan en la cama de cultivo zonas de reducción de altura.
- 1.2. Tomar 3 muestras de suelo de 100 g cada una, extraídas de la rizósfera, debajo de la manguera de riego. En caso de no tener mangueras de riego, localizar la zona con mayor humedad.
- 1.3. Procesar las muestras con el método modificado de Berlese, descrito anteriormente, y calcular el promedio.
- 1.4. Realizar un registro con los siguientes datos:

número del bloque, número de la cama y el punto de muestreo; en este último, son de gran ayuda los cuadros de la malla de alambre que sostiene las plantas. También, es importante anotar la variedad de la planta, pues con el tiempo podría ayudar a reconocer variedades susceptibles y tolerantes.

1.5. Con el dato del promedio de la densidad de sinfílicos por 100 g de suelo, usar los valores de la Tabla 1 para diagnosticar el problema.

1.6. De acuerdo al diagnóstico, la información recopilada se tendrá en cuenta, para tomar las medidas preventivas, antes de iniciar el nuevo ciclo de producción.

2. Procedimiento para diagnosticar una cama de cultivos al inicio de un ciclo de producción sin registros históricos de sinfílicos:

2.1. Las plantas de la cama de cultivo deben tener como mínimo una semana de plantadas.

2.2. Dividir la cama de cultivo en tres secciones nombradas como inicio (I), medio (M) y final (F). Realizar una observación previa, por si se detecta en algún sitio un indicio de afectación; en caso contrario, seleccionar un sitio al azar.

2.3. Si no hay indicios de zonas afectadas, tomar dos muestras de suelo de 100 g en cada sección de forma aleatoria; las muestras deben ser extraídas debajo de la manguera de riego y en la rizósfera. En caso de no existir en el cultivo manguera de riego, localizar la zona más húmeda.

2.4. Procesar las muestras con el método modificado de Berlese.

2.5. Realizar el registro mencionado en el ítem 4 del procedimiento anterior.

2.6. Realizar el diagnóstico de acuerdo a los criterios de la Tabla 1.

Esta investigación muestra la problemática de esta plaga en cultivos de flores, así como elementos que deben ser tenidos en cuenta en planes de vigilancia y seguimiento a las poblaciones de sinfílicos.

CONCLUSIONES

Para diagnosticar el estado de una cama afectada por sinfílicos son suficientes tres muestras de suelo tomadas debajo de manguera de riego, en lo posible en focos de infección, en plantas de una semana de edad.

Una densidad mayor o igual a 0,4 sinfílicos 100 g⁻¹ de suelo da lugar a pérdidas económicas en una cama de cultivo, por lo que se deben realizar acciones de manejo.

Se determinó la permanencia de focos de sinfílicos entre dos ciclos de producción, lo que es útil para predecir daños en el ciclo de producción siguiente.

Los sinfílicos son detectados a lo largo de todo el ciclo de producción de flores, pero el daño es más crítico en las primeras semanas de edad.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) por la financiación de esta investigación y a la empresa Flores Esmeralda, por todo el apoyo en permitir los muestreos requeridos. A CENIFLORES y al grupo de investigación Bioma (Biocontrol y Microbiología Ambiental) de la Universidad de Antioquia, por el apoyo administrativo para el buen desarrollo de esta investigación.

LITERATURA CITADA

- Acosta, J.A. 2006. Evaluación de hongos entomopatógenos como controladores biológicos de *Scutigerella immaculata*. Trabajo de grado. Universidad Pontificia Javeriana, Facultad de Ciencias, Bogotá, Colombia.
- Barbercheck, M. E., D.A. Neher, O. Anas, S.M. El-Allaf, and T.R. Weicht. 2008. Response of soil invertebrates to disturbance across three resource regions in North Carolina. *Environmental Monitoring and Assessment* 152(1-4):283-298. doi: 101007/s10661-008-0315-5.
- Culliney, W.T. 2013. Role of arthropods in maintaining soil fertility. *Agriculture* 3:629-659. doi: 103390/agriculture3040629.
- de Moraes, J. W., and E.P. da Silva. 2009. Occurrence of Symphyla (Myriapoda) in the region of the Upper Solimões River, Amazonas, Brazil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 44(8):981-983. doi:10.1590/S0100-204X2009000800028
- Fenalco Antioquia 2013. Boletín económico sectorial. Sector Flores. Disponible en http://www.fenalcoantioquia.com/res/itemsTexto/recursos/no_23_flores.pdf (Consulta 3 Noviembre 2014).
- MinAgricultura. 2014. Boletín de comercio exterior agropecuario y agroindustrial 2013. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Colombia. Disponible en <http://moodle-agricultura.ifxnetworks.com:8080/jspui/bitstream/123456789/4719/1/Boletin%20Comercio%20Exterior%20Ene%20a%20Dic%202013.pdf> (Consulta 3 Noviembre de 2014).
- Peña, C. 1998. Evaluación de daños de *Scutigerella immaculata* Newp (Symphyla: Scutigerecidae) en las primeras etapas de crecimiento y desarrollo de clavel, rosa y pompón y su relación con el tipo de suelo. Universidad Nacional de Colombia, Santafé de Bogotá, Colombia.

- R Core Team. 2014. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Available at <http://www.R-project.org/>
- Salazar-Moncada, D.A., J. Calle-Osorno, and F. Ruiz-Lopez. 2015. Morphological and molecular study of Symphyla from Colombia. *ZooKeys* (484):121–130. doi: 10.3897/zookeys.484.8363
- Sandler, R., L. Falco, C. Di Ciocco, R. De Luca, y C. Coviella. 2010. Eficiencia del embudo Berlese-Tullgren para extracción de artrópodos edáficos en suelos argiudoles típicos de la provincia de Buenos Aires. *Ciencias del Suelo* 28:1-7.
- Soler, A., J.M. Gaude, P.A. Marie-Alphonsine, F. Vinatier, B. Dole, J.C. Govindin,, and P. Queneherve. 2011. Development and evaluation of a new method for sampling and monitoring the symphyid population in pineapple. *Pest Management Science* 67(9):1169-77. doi:10.1002/ps.2170
- Triola, M.F. 2004. Estadística. p. 436-495. En *Estadística*. 9ª. ed. Pearson Educación, México.
- Triola, M.F. 2009a. Estadística no paramétrica. p. 588-633. En *Estadística*. 10ª. ed. Pearson Educación, México.
- Triola, M. F. 2009b. Experimentos multinomiales y tablas de contingencia. p. 588-633. En *Estadística*. 10ª. ed. Pearson Educación, México.
- Umble, J., R. Dufour, G. Fisher, J. Leap, and M. Van Horn, M. 2006. Symphylans: soil pest management options. 16 p. ATTRA - National Sustainable Agriculture Information Service. Oregon State University, USA.