

Recibido 22 de abril de 2016 // Aceptado 04 de agosto de 2016 // Publicado online 16 de noviembre de 2016

Determinación del tamaño muestral para el seguimiento poblacional de tisanópteros (Insecta) en plantaciones tabacaleras de la provincia de Jujuy, Argentina

RODRIGUEZ, S.O.¹; ZAMAR, M. I.²

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue establecer el tamaño muestral para el seguimiento poblacional de tisanópteros en el cultivo de *Nicotiana tabacum* L. var. *virginica* (C. Agardh) Comes, "tabaco virginia". Se diseñó un muestreo al azar de hojas (órganos cosechables), de frecuencia quincenal y en dos establecimientos productivos, ubicados en el departamento El Carmen (Jujuy, Argentina), durante las campañas 2012/2013 y 2013/2014. Sobre la base de los muestreos del primer año y aplicando los parámetros calculados de la ecuación de Taylor, se determinó el número mínimo de hojas a muestrear para conseguir errores inferiores o iguales al 20%.

Palabras clave: Trips, tabaco, muestreo.

ABSTRACT

*The objective of this study was to adjust the sample size for monitoring thrips population in the cultivation of *Nicotiana tabacum* L. var. *virginica* (C. Agardh) Comes "virginia tobacco". A random sampling of leaves (harvestable organs), biweekly frequency and in two tobacco production farms, located in the department of El Carmen (Jujuy, Argentina), during the 2012/2013 and 2013/2014 campaigns. Based on the sampling the first year and the parameters of the Taylor equation calculated, i could determine the minimum number of leaves sampled for less than or equal to 20% errors.*

Keywords: Thrips, tobacco, sampling.

¹Cooperativa de tabacaleros de Jujuy Ltda., Departamento Agrotécnico. Urquiza 708, Perico, Jujuy, Argentina (Y4610ZAA), Casilla de correo N.º 15. Correo electrónico: ingrodriguez2002@yahoo.com.ar

²Instituto de Biología de la Altura. Av. Bolivia 1239 (Y4600GNA), S.S. de Jujuy, Argentina. Correo electrónico: mizamar@inbial.unju.edu.ar

INTRODUCCIÓN

El cultivo de *Nicotiana tabacum* L. var. *virginica* (C. Agardh) Comes "tabaco virginia" plantado en el valle de Jujuy se produce desde hace 50 años (Martínez *et al.*, 2010). En la campaña 2014/2015 se plantaron 16.059 ha de tabaco con una producción que alcanzó las 44.503 toneladas (Ministerio de Agroindustria, 2016).

El número de hojas/ha por cosecha determina el rendimiento; por lo tanto el espaciado entre las líneas de plantación, entre plantas y la altura del desflore tienen gran importancia (Hawks Jr. y Collins, 1983).

El cultivo del tabaco es atacado por diversas plagas y enfermedades que pueden ocasionar severos daños a la producción (Castellá *et al.*, 2004). Entre las plagas insectiles, los tisanópteros se destacan por ocasionar daño mecánico, al alimentarse en las zonas próximas a las nervaduras de las hojas, donde provocan pequeñas manchas plateadas, salpicadas de puntos negros (excrementos), pero el mayor perjuicio lo provoca la capacidad de transmitir virosis (Blanchard 1998).

En la Argentina, los últimos relevamientos y la utilización de técnicas serológicas demostraron la presencia de *Groundnut Ring Spot virus* (GRSV) asociado a la presencia de *Frankliniella schultzei* (Trybom) en cultivos hortícolas y tabacaleros del NOA (Ramallo y Ramallo, 2002; De Borbón, 2013). En Jujuy y Salta, estudios locales identificaron la presencia de *Frankliniella schultzei*, *F. gemina* (Bagnall) y *Thrips tabaci* Lindeman en establecimientos productivos de tabaco (Agostini de Manero y Muruaga de L'Argentier, 1987; Gorustovich *et al.*, 1995). En el Manual de Buenas Prácticas Agrícolas para el cultivo del tabaco (Massalin Particulares, 2011) se indica que en las provincias mencionadas, los trips causan transmisión de virosis, pero sin indicar las especies responsables de este efecto.

La forma de testear si la abundancia real de trips en el cultivo supera o no aquella aceptable o tolerable para las condiciones de producción es efectuar relevamientos periódicos en el cultivo. En consecuencia, el muestreo juega un papel central y es de gran importancia ajustar un sistema apropiado para determinar el nivel de infestación y auxiliar en las decisiones de manejo de la plaga. El número de unidades a tomar en el muestreo depende del grado de precisión requerido, que es a su vez función del tipo de estudio. Cuando se trata de estudios con fines científicos, el tamaño de muestra apropiado resulta del compromiso entre el objetivo de mantener lo más bajo posible el esfuerzo requerido y la necesidad de tomar un número tal que cumpla satisfactoriamente con los requisitos del método estadístico que se utilizará para el análisis (Carrizo y Klasman, 2002).

Los parámetros de Taylor son el modelo de varianza-media más utilizado para calcular los patrones de dispersión de una plaga y para determinar el tamaño de muestra. Este modelo establece que la varianza es proporcional a una fracción exponencial de la media aritmética de la población (m). Al aplicar logaritmos a la ecuación, el modelo sigue

una relación lineal donde la ordenada al origen depende del tamaño de la unidad de muestreo y la pendiente es un índice de agregación. Carrizo y Klasman (2002) desarrollaron un procedimiento para estimar el tamaño óptimo de muestra en función de la dispersión estadística de la población y de la precisión, esta última definida como una variación relativa del error estándar (EE) de la media. Según Toledo e Infante (2008) en la mayoría de los programas de muestreo, se utiliza una relación EE/m del 10%, 15% y 25%.

El objetivo del presente trabajo fue establecer el tamaño muestral para el seguimiento poblacional de tisanópteros en el cultivo a campo abierto de tabaco virginia.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se realizó en dos establecimientos tabacaleros ubicados en el departamento de El Carmen, provincia de Jujuy. El primero, llamado San Carlos, estaba ubicado en la localidad de Las Pampitas (24° 25' 21,22"S y 65° 01' 30,98"O), sobre la ruta provincial n.° 53, se cultivaba la variedad K 394, con una superficie total de cultivo de 20 ha y subdividida en dos lotes equivalentes, uno con trasplante realizado durante el mes de agosto o época temprana (SC-TE) y el otro con trasplante en el mes de octubre o época tardía (SC-TA). El segundo, llamado El Ombú, estaba ubicado en la localidad de Santo Domingo (24° 24' 02,07"S y 65° 09' 00,50"O), sobre la ruta provincial n.° 44, se cultivaba la variedad K 394, con una superficie total de cultivo de 20 ha y subdividida en dos lotes equivalentes, uno con trasplante realizado durante el mes de agosto o época temprana (EO-TE) y el otro con trasplante en el mes de octubre o época tardía (EO-TA).

El calendario de labores y manejo fue similar en ambos establecimientos, las aplicaciones de productos fitosanitarios para control de trips se realizaron según detalle en tabla 1.

Tratamiento	Establecimiento	Época de trasplante	Superficie
1 (SC-TE)	San Carlos	Temprano	10 ha
2 (SC-TA)	San Carlos	Tardío	10 ha
3 (EO-TE)	El Ombú	Temprano	10 ha
4 (EO-TA)	El Ombú	Tardío	10 ha

Tabla 1. Calendario de aplicaciones fitosanitarias en los establecimientos San Carlos y El Ombú para las campañas 2012/2013 y 2013/2014.

Muestreo y análisis de los datos obtenidos

La hoja fue elegida como unidad muestral dada su importancia en el rendimiento del cultivo.

En el primer año el número de repeticiones fue de 30 por lote. Los muestreos se realizaron quincenalmente desde el

trasplante hasta el final de la cosecha del cultivo de tabaco, desde agosto/2012 a marzo/2013. Se consideró que las plantas eran homogéneas y que los trips no tendrían preferencia alimenticia por la ubicación y tamaño de las hojas en la planta. Por ello, la distribución de los puntos de muestreo fue al azar y en zig-zag dentro de la plantación. Se seleccionaba aleatoriamente una hoja por planta, esta se introducía con cuidado (para no disturbar a los posibles trips presentes) en una bolsa de polietileno de tamaño adecuado que contenía una hoja de papel de color blanco y luego se cortaba por el pecíolo con un cuchillo. Todo el material recolectado y etiquetado se trasladó en conservadoras refrigeradas al Laboratorio de Sanidad de la Cooperativa de Tabacaleros de Jujuy.

Las muestras fueron revisadas bajo microscopio estereoscópico (marca Labklass, modelo 217 T), con aumentos dados por oculares de 10x, 20x y objetivos de 5x. Los tisanópteros (larvas y adultos) que se extrajeron con un pincel fino fueron contados y acondicionados en frascos etiquetados conteniendo AGA (alcohol 70%: 8 partes, glicerina: 1 parte, ácido acético glacial: 1 parte) como conservante.

Para calcular el error muestral ocurrido durante el primer año de muestreo y para estimar la cantidad mínima de hojas a extraer para cometer un error de muestreo que sea igual o no supere el 20% durante el segundo año de trabajo, se procedió al cálculo de los parámetros de Taylor mediante regresión y utilizando los registros de adultos más larvas por hoja (media y varianza por cada momento de muestreo) del primer año de muestreo, a partir de la ecuación:

$$\text{Log}_{10} S^2 = b \times \text{log}_{10} m + \text{log}_{10} a \quad (a)$$

donde, S^2 : varianza; m : media; a y b : parámetros de Taylor. Estos coeficientes fueron posteriormente utilizados

para hallar el número de muestras mediante la ecuación de Ruesink (Carrizo y Klasman, 2002),

$$N = \frac{a \times m (b - 2)}{EE^2} \quad (b)$$

donde, N : número de muestras, m : media y EE : error estándar para la media.

A su vez de la ecuación de Ruesink se despejó EE para calcular el error muestral para cada momento de muestreo.

En el segundo año, y a partir de los resultados obtenidos en el primer año calculando N de la ecuación (b) para obtener un EE menor al 20%, el número de repeticiones fue de 240 para los dos primeros muestreos (30 días posteriores al trasplante) y para los dos últimos muestreos (30 días antes al fin de cosecha); en las fechas intermedias (desde el día 45 posttrasplante hasta 45 días antes del fin de cosecha) el número de repeticiones fue de 80. Los muestreos se realizaron quincenalmente desde el trasplante hasta el final de la cosecha del cultivo de tabaco, desde agosto/2013 a marzo/2014.

Los datos del segundo año se analizaron nuevamente despejando EE de la ecuación (b), con el objetivo de estimar EE para cada fecha de muestreo y corroborar que el ajuste de muestreo decidido en el primer año fue el correcto.

RESULTADOS

Primer año (campaña 2012/2013)

Según el ajuste de Taylor el valor de b fue de 1,16 lo cual denota un patrón de distribución agregado (figura 1).

En el lote SC-TE, solo cinco fechas de muestreo tuvieron errores aceptables menores al 20% mientras que en el

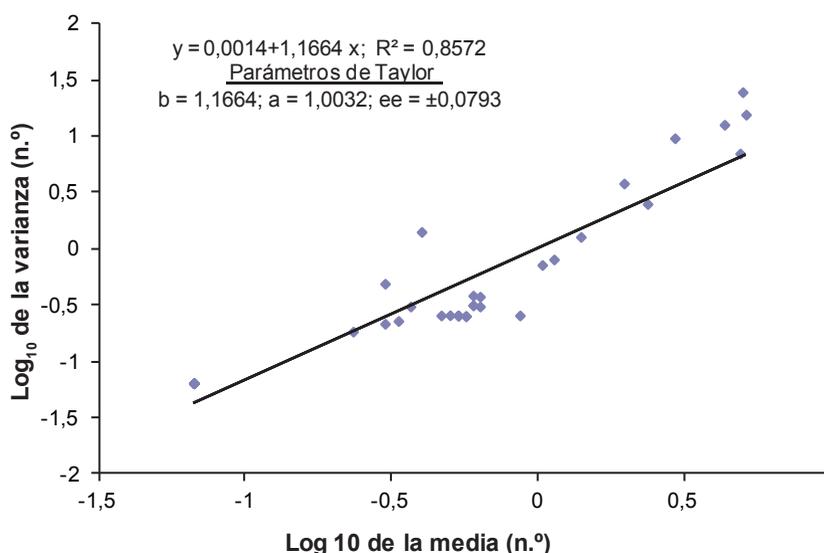


Figura 1. Ajuste de Taylor para la sumatoria de los registros de adultos y larvas de trips en hojas, considerando todos los lotes de tabaco, campaña 2012-2013.

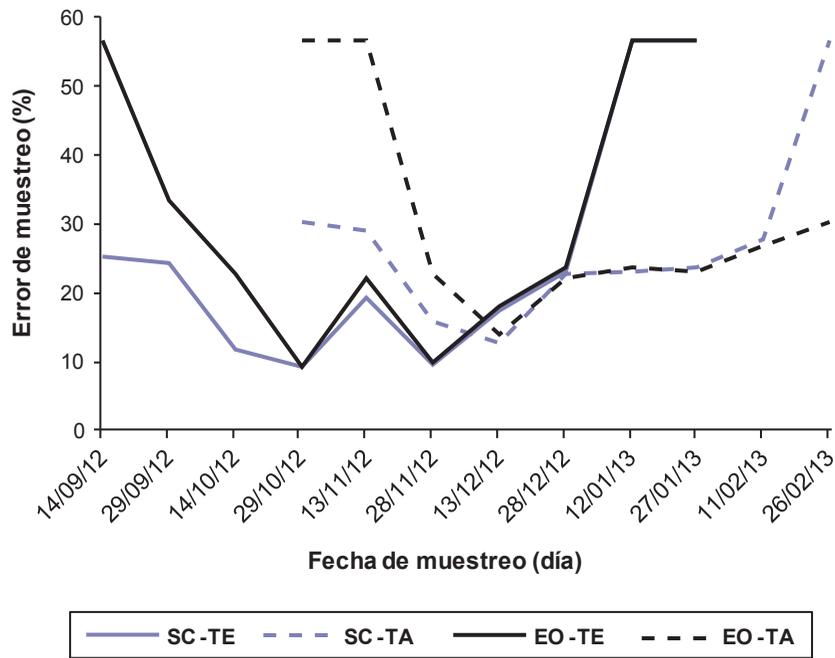


Figura 2. Error de muestreo para la campaña 2012-2013 según la ecuación de Ruesink.

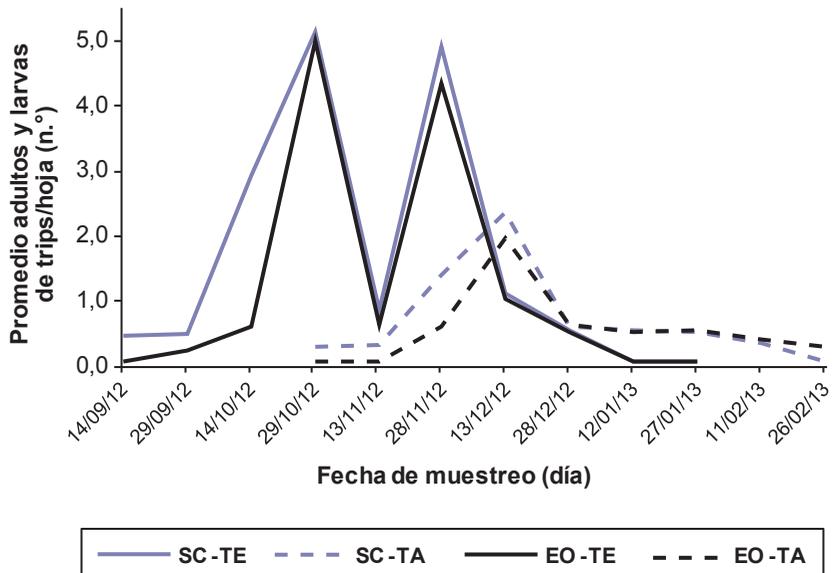


Figura 3. Promedio del número de trips (adultos+larvas)/hoja para cada fecha de muestreo y para cada lote de tabaco. Campaña 2012-2013.

lote SC-TA solo dos. Para el lote EO-TE solo tres fechas de muestreos presentaron errores aceptables en la época temprana y en el lote EO-TA solo una fecha (figura 2).

En la figura 3 se presenta la variación de los promedios de trips (adultos+larvas)/hoja para cada fecha de muestreo y lote de cultivo. En los momentos iniciales del cultivo (primeros 30 días posttrasplante) y en las etapas finales de cosecha (últimos 30 días) se observaron bajas densidades de

trips/hoja; la menor abundancia justificaba mayor tamaño muestral con el fin de disminuir el *EE*. Para detectar densidades de individuos/planta cercanos a 1,07 trips (promedio total para los cuatro lotes) se determinó que el tamaño de muestra necesario para lograr *EE* menores al 15% era de 80 hojas. La densidad más baja fue de 0,07 trips/hoja (figura 3), por lo cual con 240 unidades muestrales se conseguirían errores del 20% según la curva de la figura 4.

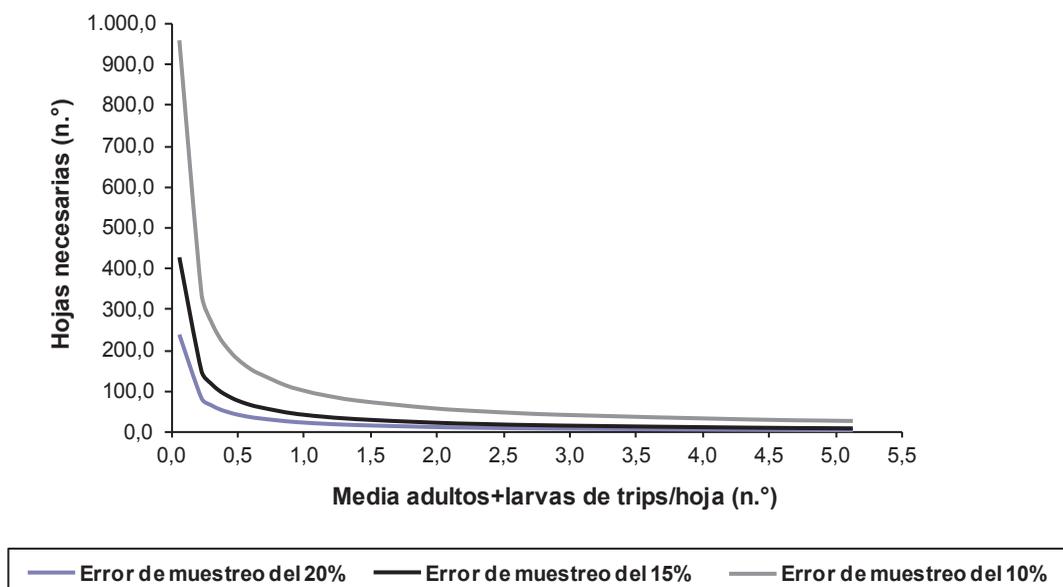


Figura 4. Número de hojas de tabaco necesarias para detectar adultos más larvas en el muestreo, para tres niveles de error de la media (10%, 15% y 20% respectivamente para curvas superior, media e inferior). Campaña 2012-2013.

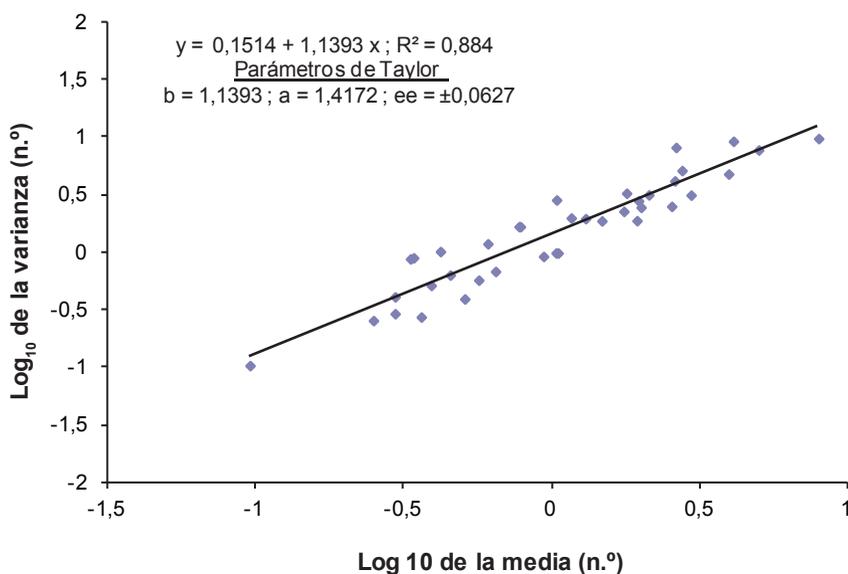


Figura 5. Ajuste de Taylor para la sumatoria de los registros de adultos y larvas en hojas, considerando todos los lotes de tabaco, campaña 2013-2014.

Por ello, para el segundo año (campaña 2013/2014), se decidió extraer 240 hojas en las dos primeras y últimas fechas de muestreo (las de mayor error de muestreo) y en las restantes fechas 80 hojas. De esta manera el error de muestreo sería igual o menor al 20% cualquiera sea el momento considerado figura 4).

Segundo año (campaña 2013/2014)

El ajuste del tamaño de la muestra de hojas de tabaco aplicado en el segundo año de trabajo se muestra en la figura 5, los parámetros de Taylor indicaron un valor de b de 1,13 lo cual evidenció un patrón de distribución agregado (al igual que en el año anterior). En la figura 6 se observa

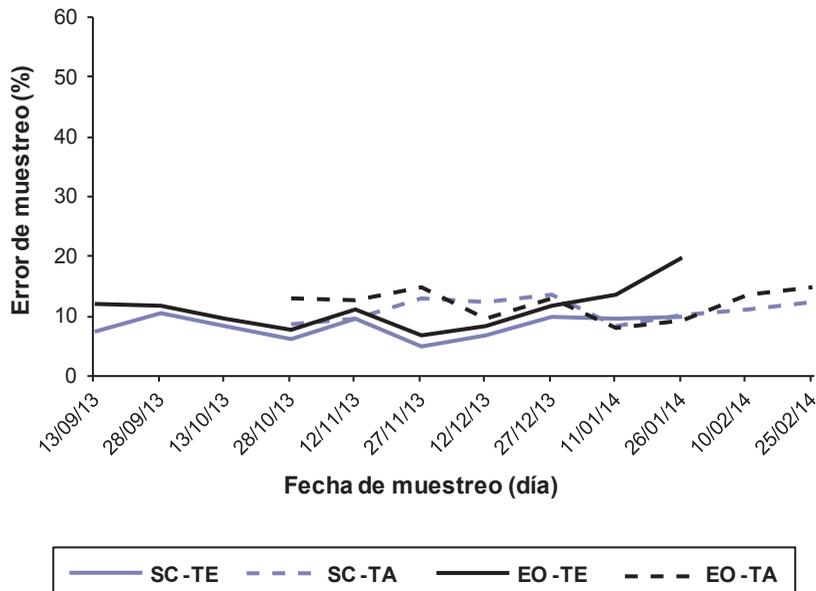


Figura 6. Error de muestreo para la campaña 2013-2014 según la ecuación de Ruesink.

que todos los muestreos tuvieron errores menores al 20%, empleando un $n = 240$ para los dos primeros y últimos muestreos y luego en los muestreos intermedios un $n = 80$.

DISCUSIÓN

La intensidad de muestreo ensayada en el segundo año fue adecuada para las condiciones del estudio. En los primeros 30 días postrasplante (plantas pequeñas y reducido número de hojas) y en los últimos 30 días de cosecha (plantas con pocas hojas grandes y senescentes), al reducirse la abundancia de trips/hoja fue necesario aumentar el número de muestras a 280 hojas/lote; en las etapas intermedias de cultivo (asociadas al crecimiento vegetativo, floración e inicio de cosecha) un muestreo de 80 hojas/lote fue suficiente para obtener *EE* inferiores al 20%.

Otros autores también encontraron variaciones en el número de muestras según el *EE* considerado, momento fenológico estudiado, cultivo observado, etc. Carrizo y Klasman (2002) estudiaron las fluctuaciones de las poblaciones de *F. occidentalis* en clavel bajo invernadero y determinaron que para un error de muestreo del 10% (nivel aceptable para condiciones de campo) sería necesario tomar cerca de 150 flores para detectar un adulto, y más de 500 flores para detectar una larva. Luego de analizar la inviabilidad práctica de este muestreo concluyeron que para un error entre el 15% y 25% sería suficiente tomar 70 y 30 flores respectivamente, lo cual reduciría considerablemente el tiempo necesario para el muestreo y recuento. Cabrera *et al.* (2005) muestrearon *Thrips palmi* Karny en papa y determinaron que para un error de muestreo del 24% el número de unidades muestrales debería oscilar entre 91 y 25 según el momento fenológico. Suris *et al.* (2004), eva-

luando *T. palmi* en el cultivo de papa, encontraron que para un error del 25% en los momentos de menor densidad de trips, la muestra mínima de hojas debería acercarse a los 100 foliolos, a medida que la población incrementaba, una muestra con 50 a 64 foliolos resultaba confiable.

Los valores de *b* encontrados, tanto en el primer como segundo año (1,166 1,139 respectivamente), demostraron un patrón de distribución agregado de los trips sobre hojas de tabaco, coincidiendo con lo informado para estos insectos en otros cultivos. Cabrera *et al.* (2005) muestrearon *T. palmi* en papa y determinaron valores de *b* de 1,43 para las larvas y de 1,20 para los adultos, indicando un patrón agregado. Osorio y Cardona (2003) obtuvieron valores semejantes para *T. palmi* en hojas de *Phaseolus vulgaris* L. (1,40 para las larvas y 1,53 para adultos). Perotti *et al.* (2011) encontraron que *F. schultzei* presenta también distribución agregada en hojas de soja con valores de *b* de 1,26 y 1,35 en dos campañas diferentes.

Waiganjo *et al.* (2008) estudiando la abundancia de trips en hojas de cebolla encontraron que en las trampas adhesivas el número de trips recolectado era aproximadamente ocho veces mayor en comparación con los niveles de infestación registrados al muestrear una planta entera, dando una indicación exagerada de la infestación en las plantas. Los trips fueron probablemente atraídos por la planta de cebolla, pero solo unos pocos colonizaron la planta de cebolla y completaron su ciclo sobre ella. Este hallazgo confirma que las trampas pegajosas son mejores indicadores de actividad que de la densidad de la población sobre el órgano de la planta muestreado. Por ello, se estima que si bien la practicidad de muestrear las hojas de tabaco aleatoriamente es baja, los resultados son más seguros y por ello sería más recomendable realizarlo de esta manera.

Un componente muy importante en el desarrollo de un plan de muestreo consiste en determinar el número de unidades de muestra, ya que solo así se puede satisfacer los objetivos del muestreo y la precisión deseada. A mayor precisión mayor número de muestras y mayor costo (Toledo e Infante, 2008).

CONCLUSIÓN

El tamaño muestral con un *EE* igual o menor al 20%, para el seguimiento poblacional de tisanópteros en el cultivo de tabaco virginia a campo abierto y en las condiciones del estudio, fue de 280 hojas/lote en las etapas culturales iniciales y finales del cultivo, en las etapas intermedias fueron suficientes 80 hojas/lote.

BIBLIOGRAFÍA

- AGOSTINI DE MANERO, E.; MURUAGA DE L'ARGENTIER, S. 1987. Aphididae y Thripidae perjudiciales al cultivo de lenteja en la Prov. de Jujuy. CIRPON, Rev. de Invest. 5 (1-4): 17-26.
- BLANCHARD, D. 1998. Maladies du Tabac. Institut National de la Recherche Agronomique. París, Francia, 376 p.
- CABRERA, A.C.; SURIS, M.C.; GUERRA, W.B.; NICÓ, D.E.E. 2005. Muestreo secuencial con niveles fijos de precisión para *Thrips palmi* (Thysanoptera: Thripidae) en papa. Rev. Colomb. Entomol. vol. 31 n.º 1: 37-42.
- CARRIZO, P.I.; KLASMAN, R. 2002. Muestreo para el seguimiento poblacional de *Frankliniella occidentalis* (Pergande, 1985) (Thysanoptera: Thripidae) en cultivos de *Dianthus caryophyllus* (Cariophyllaceae) en invernadero. Entomotropica 17(1): 7-14.
- CASTELLÁ, M.I.; SUEIRO, L.; MACHADO, J.; PÉREZ, J.A.; TORNES, C. 2004. Comportamiento de plagas y enfermedades en el cultivo de tabaco tapado (*Nicotiana tabacum* L.) en la provincia de Granma. Fitosanidad 8 (2): 31-34.
- DE BORBÓN, C. M. 2013. Especies del género *Frankliniella* (Thysanoptera: Thripidae) registradas en la Argentina, una actualización. Rev. FCA UNCUYO, 45(1): 259-284.
- GORUSTOVICH, M.A.; OTERO, C.; BATALLANOS, D. 1995. Plagas en Tabaco. Revista AgroVisión, III (10): 34-38.
- HAWKS Jr., S.N.; COLLINS, W.K. 1983. Principles of flue-cured tobacco production. Raleigh, NC, EUA, 408 p.
- MARTÍNEZ, R.G.; GOLOVANEVSKY, L.; MEDINA, F. 2010. Economía y empleo en Jujuy. CEPAL, Santiago de Chile, Chile, 108 p.
- MASSALIN PARTICULARES S.A. 2011. Manual de Buenas Prácticas Agrícolas para el cultivo de Tabaco Virginia. Philip Morris International, Salta, Argentina. 138 p.
- MINISTERIO DE AGROINDUSTRIA. 2016. Evolución de la producción primaria de tabaco (1986/1987-2014/2015). (http://www.minagri.gob.ar/site/agricultura/tabaco/02=produccion_y_mercados/01-interno/produccion/evolucion2014.pdf, verificado el 06 de marzo de 2016).
- OSORIO, J.; CARDONA, C. 2003. Fenología, fluctuación de poblaciones y métodos de muestreo para *Thrips palmi* (Thysanoptera: Thripidae) en habichuela y frijol. Revista Colombiana de Entomología 29 (1): 43-49.
- PEROTTI, E.R.; GAMUNDI, J.C.; TRUMPER, E.V. 2011. Patrón de distribución muestral desarrollo de un protocolo de muestreo secuencial para estimación de abundancia de *Frankliniella schultzei* (Trybom) en soja. Revista para mejorar la producción n.º 46: 125-128.
- RAMALLO, A.C.; RAMALLO, J.C. 2002. Presencia de *GRSV* (*Groundnut ringspot tospovirus*) en cultivos de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) en Tucumán. En: Cultivos Industriales: avances, Ediciones INTA. Tucumán, Argentina. 91 p.
- SURIS, M.; PLANA, L.; CABRERA, A. 2004. Diseño de un método de muestreo para *Thrips palmi* (Thysanoptera: Thripidae) en el cultivo de la papa. Revista de Protección Vegetal 19 (1): 41-44.
- TOLEDO, J.; INFANTE, F. 2008. Manejo integrado de plagas. Ediciones Trillas, México, 327 p.
- WAIGANJO, M.M.; GITONGA, L.M.; MUEKE, J.M. 2008. Effects of weather on thrips population dynamics and its implications on the thrips pest management. African Journal Horticultural Sciences 1:82-90.