

## ARTIGO / ARTÍCULO / ARTICLE

# Revisión del complejo *Frankliniella cephalica* (Crawford 1910) en Costa Rica (Thripidae: Terebrantia).

Axel P. Retana-Salazar <sup>1, 2</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigación en Estructuras Microscópicas (CIEMIC), Ciudad de la Investigación, Universidad de Costa Rica 2060.

<sup>2</sup> Escuela de Nutrición, Facultad de Medicina, Ciudad de la Investigación, Universidad de Costa Rica 2060.

<sup>1, 2</sup> e-mails: axel.retana@ucr.ac.cr / apretana@gmail.com

---

**Resumen:** En este trabajo se presenta un análisis de los caracteres morfológicos que diferencian a las especies *Frankliniella cephalica* (Crawford 1910), *Frankliniella sandovalensis* Retana-Salazar 1998 y *Frankliniella morerai* Retana-Salazar y Soto-Rodríguez 2005. Estas tres especies pertenecen al grupo *Tritici-Cephalica* y se hallan vinculadas a algunos cultivos de importancia económica. Las dos primeras se hallan habitualmente asociadas al cultivo de árboles frutales y la última se ha hallado asociada a cultivo de hortalizas. Por la importancia económica en el ámbito agrícola que estas especies podrían revestir, se considera necesario que haya una discusión clara de los caracteres que permiten separarlas y de las variaciones de éstos.

**Palabras clave:** Thripidae, Thysanoptera, *Frankliniella cephalica*, *Frankliniella sandovalensis*, *Frankliniella morerai*, diagnóstico, caracteres morfológicos.

**Abstract: Revision of the *Frankliniella cephalica* (Crawford 1910) complex in Costa Rica (Thripidae: Terebrantia).**

This contribution presents an analysis of the morphological characters that help to differentiate thrips of the species *Frankliniella cephalica* (Crawford 1910), *Frankliniella sandovalensis* Retana-Salazar 1998 and *Frankliniella morerai* Retana-Salazar y Soto-Rodríguez 2005 in Costa Rica. These three species belong to the group *Tritici-Cephalica* and they are associated with some economically important crops. The first two are usually associated with the cultivation of fruit trees and the latter has been found associated with horticultural crops. It is necessary to have a clear discussion of the characters for separating these species and the variations of those characters, due to the economic importance in agriculture these species could take.

**Key words:** Thripidae, Thysanoptera, *Frankliniella cephalica*, *Frankliniella sandovalensis*, *Frankliniella morerai*, taxonomic diagnostic, morphological characters.

---

**Recibido:** 17 de abril de 2014  
**Aceptado:** 28 de abril de 2014

**Publicado on-line:** 6 de agosto de 2014

## Introducción

---

El género *Frankliniella* Karny 1910 es uno de los más complejos por su alta diversidad y las variaciones morfológicas que han sido de utilidad en la determinación de las especies (Moulton 1948). No obstante algunos autores han considerado estas diferencias de poco valor y han preferido construir claves en las que no se siguen estos criterios (Mound & Marullo 1996, Cavalleri & Mound 2012). Esto ha representado un problema de tipo práctico en la identificación de las especies. Estos problemas a menudo surgen desde la propia descripción de las especies y la determinación del material tipo, como ha sucedido con la especie *Frankliniella simplex* Priesner 1924, en la cual no exhiben las mismas

características todos los especímenes de la serie tipo, lo que hizo necesario la revisión de los tipos y la aclaración de los caracteres de la especie en relación con la descripción original (Retana-Salazar 2014). Estos problemas son frecuentes dentro del género *Frankliniella* y estas consideraciones han llevado a la propuesta de sinonimias equivocadas al no ser analizadas en detalle los caracteres de las especies y sus variaciones, como sucedió con *Frankliniella fortissima* Priesner 1925 (Retana-Salazar 2010a). De igual forma ha llevado a que los taxónomos describan nuevos géneros sin considerar la estructura filogenética lo que se traduce en crear parafilias que no ayudan a la comprensión del grupo (Retana-Salazar 2014).

La morfología de este género ha sido considerada como bien definida (Mound & Marullo 1996). No obstante las revisiones modernas de material tipo muestran lo contrario, estableciendo una fuerte variación en los caracteres que definen al género. Los datos derivados de los estudios de la filogenia parecen indicar que los caracteres dentro de *Frankliniella* se ajustan al desarrollo evolutivo propio de cada grupo de especies, por lo que presentan sinapomorfias diagnósticas de cada uno de ellos, lo que los convierte en grupos monofiléticos y en consecuencia naturales (Retana-Salazar 2010b).

Muchas de las especies de este género se asocian a muchos cultivos en todo el mundo, siendo particularmente diversas en el neotrópico, lo cual es una tendencia general dentro de Thysanoptera (Mound 2002). De esta forma para *Frankliniella occidentalis* Pergande 1895 se registran como hospederos en Cuba más de 24 familias botánicas (Pérez-López 2006), y se ha informado a nivel mundial en más de 244 hospederos y 62 familias botánicas. Esto ha justificado una enorme inversión a nivel global para estudiar los diversos aspectos de esta especie (Pérez-López 2006).

A nivel local, una especie de amplia dispersión en múltiples hospederos es *Frankliniella insularis* Franklin 1908 (Retana-Salazar & Rodríguez-Arrieta 2012). Ésta cuenta con muy limitados estudios, incluso su taxonomía se halla en estudio, puesto que parece haber un complejo de especies de difícil separación constituido por las especies *insularis-fortissima-caribae* (Retana-Salazar 2010a). Se informan para la especie *F. insularis* más de 60 especies botánicas en múltiples familias (Retana-Salazar & Rodríguez-Arrieta 2012).

El grupo *Tritici-Cephalica* fue definido por Moulton (1948) en su revisión general del género *Frankliniella* y las especies dentro de éste no siempre son de fácil segregación. No obstante algunas de ellas merecen particular atención debido a la importancia económica de los cultivos atacados. En este trabajo se revisan las especies que se han asociado al cultivo de los frutales en la región de Mesoamérica.

## Materiales y método

Se parte de la definición del grupo *Tritici-Cephalica* propuesta por Moulton (1948), por ser la mejor diagnosis del grupo debido a la amplia revisión de especies que efectuó este autor. Se revisó el holotipo de la especie *Frankliniella brunnea* Priesner 1932, SMF T 7653 para la confirmación de los caracteres básicos de este grupo.

Se revisa el material tipo de *Frankliniella sandovalensis* Retana-Salazar 1988 y *Frankliniella morerai* Retana-Salazar y Soto-Rodríguez 2005 depositado en la Colección Institucional de Thysanoptera del CIEMIC (CIT-CIEMIC) y se comparó con material de la especie *cephalica* Crawford 1910. Se analizan las especies del ensamble *F. alonso* que comprende tres especies descritas para aguacate (*Persea americana* Mills), las cuales son *F. alonso* Retana-Salazar y González-Herrera 2011, *F. doris* Retana-Salazar y González-Herrera 2011 y *F. nita* Retana-Salazar y González-Herrera 2011. Se revisó material de las colecciones de Thrips en aguacate (*Persea americana* Mills) de la Universidad Autónoma de Nayarit (UAN), México y Thrips en mango (*Mangifera indica* L.) del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca, Instituto Politécnico Nacional, Oaxaca, México.

La cantidad de especímenes, de los cuales se describe *F. sandovalensis*, son más de 50 recolectados en un solo momento y un mismo hospedero. Este material tipo seleccionado corresponde a

31 paratipos y el holotipo de la especie *F. sandovalensis* que fueron revisados para el desarrollo de este trabajo; de igual manera se revisó el material tipo de *F. morerai* y material identificado de *F. cephalica*. Se incluyó en la revisión el material tipo de las especies de *Frankliniella* asociadas al aguacate en Costa Rica que presentan relación filogenética con el grupo *Frankliniella cephalica*, que son las especies *F. alonso*, *F. doris* y *F. nita*.

Para las fotografías se utilizó un microscopio Olympus IX51, con programa DP-controler para el manejo de las imágenes. Este equipo pertenece al Centro de Investigación en Estructuras Microscópicas (CIEMIC) de la Universidad de Costa Rica. Las mediciones se efectuaron con microscopio Nikon SKe binocular con micrómetro incorporado.

Abreviaturas utilizadas:

- CIT-CIEMIC: Colección Institucional de Thysanoptera del Centro de Investigación en Estructuras Microscópicas (CIEMIC), Universidad de Costa Rica.
- UAN: Universidad Autónoma de Nayarit, México.
- CIIDIR: Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca, Instituto Politécnico Nacional, México.
- SFM: Senckenberg Museum, Frankfurt, Alemania.

### Taxonomía y filogenia del grupo *Tritici-Cephalica sensu Moulton (1948)*

La revisión más extensiva del género *Frankliniella* efectuada hasta el momento fue publicada por Moulton (1948) e incluye una clave para la separación de las especies que ha sido la principal herramienta en la identificación de este grupo en los últimos 65 años. Lamentablemente, la clave utiliza algunos principios de separación de las especies cuestionables como son la coloración o la ubicación geográfica (Cavalleri & Mound, 2012).

Por otra parte, a pesar del criterio de algunos taxónomos modernos acerca de lo inconveniente de la separación de grupos de especies dentro de *Frankliniella*, éste parece ser un acierto de Moulton y sus predecesores. Como lo establece Retana-Salazar (1998), los grupos de especies dentro de *Frankliniella* han sido propuestos desde momentos muy tempranos del estudio de este género.

Karny (1910) describe al género *Frankliniella* a partir de *Thrips intonsa* Trybom 1895 y define al género por el desarrollo de dos pares de setas anteroangulares y posteroangulares. Karny (1912) incluyó la especie *Euthrips minutus* descrita por Moulton (1907) en *Frankliniella*. La inclusión de esta especie obliga a reconsiderar los caracteres con que se definió el género *Frankliniella*, en vista de que presenta las setas anteroangulares reducidas.

La biodiversidad del género se incrementó rápidamente por lo que Hood (1925) hace la primera propuesta de subdivisión del género en grupos de especies y define los grupos *Intonsa*, *Cephalica*, *Tritici* y *Minuta*. En la revisión del género *Frankliniella* (Moulton 1948) se incluye la clave de identificación de las especies, se considera el grupo *Tritici-Cephalica* y se incluye en el grupo *Intonsa* las series *intonsa*, *insularis* y *tenuicornis*.

Moulton (1948) considera a la especie *curiosa* dentro del grupo *Tritici-Cephalica* y la especie *pulchella* dentro del grupo *Intonsa*. Estas especies han dado origen a dos nuevos grupos en los últimos años, el grupo *Curiosa* con nueve especies endémicas de México, ocho de ellas descritas por Johansen (1998), sólo la especie *curiosa* fue descrita por Priesner. Recientemente se han recolectado en Costa Rica especímenes de este grupo en las zonas altas del Cerro de la Muerte en malezas alrededor de cultivos de aguacate.

El grupo *Pulchella* propuesto por Retana-Salazar (1998) se halla desde Costa Rica hasta Perú e incluye tres especies con caracteres particulares de su morfología los cuales no concuerdan con los caracteres que definen al género *Frankliniella* (Retana-Salazar 2010b).

El grupo *Tritici-Cephalica* incluye las especies con modificaciones del pedicelo del antenómero III pero hay dos grupos claramente definidos, aquellos con un disco subbasal ensanchado en el pedicelo y el que presenta el collar ensanchado, muy desarrollado y las setas ventrales del antenómero II prominentes y fuertes y a menudo sobre tubérculos proyectados apicalmente (Retana-Salazar 2010b).

Algunos taxónomos (Mound & Marullo 1996, Cavalleri & Mound 2012) no comparten la segregación de *Frankliniella* en grupos de especies. Esto no facilita la clasificación de las especies y se refleja en las claves altamente complejas y que aún a nivel de especialistas resultan de difícil uso. No obstante las claves hechas por grupos resultan muy efectivas (Retana-Salazar & Mound 1995). Muchas de las especies no presentan caracteres diagnósticos fáciles de determinar y son generalmente definidas por la combinación de una serie de caracteres.

Los estudios de filogenia de los grupos de especies de *Frankliniella* (Retana-Salazar 1998, 2010b) indican que si bien hay una correspondencia filogenética con el desarrollo de las modificaciones del pedicelo del antenómero III, el collar y el antenómero II, también hay grupos bien definidos dentro de lo que Moulton (1948) definió como el grupo *Tritici-Cephalica*. Estos grupos de especies corresponden a la serie *tritici* en la que se agrupan especies con el pedicelo ensanchado en la parte media en forma de un disco que ha sido denominado como un disco subbasal. Las especies más distintivas son *F. standleyana* Hood 1935, *F. parvula* Hood 1925, *F. tritici* (Fitch 1855), *F. sueoa* Mound y Marullo 1996, *F. pasta* Mound y Marullo 1996, *F. pineticola* Hood 1942, *F. zeteki* Hood 1925 y *F. pintada* Mound y Marullo 1996, que fueron las incluidas en el análisis de filogenia de Retana-Salazar (2010b). Sin embargo, es relevante que este grupo de especies contiene tres subgrupos que son *tritici-sueoa-pasta* que corresponden a las características descritas por Moulton (1948) para la serie *tritici*. Por su parte *pineticola-zeteki-pintada* obedecen a un grupo particular de especies con el collar y el pedicelo formando una estructura similar a un trofeo, y dos especies de difícil ubicación que son *standleyana* y *parvula* ambas cercanas pero no incluidas en ninguno de los dos grupos mencionados: *parvula* presenta el pedicelo modificado de manera muy alargada, en tanto que *standleyana* presenta el pedicelo coronado por un cono invertido, ambas modificaciones no parecen emparentar con ninguno de los grupos internos del grupo *Tritici-Cephalica*. El grupo de especies *sandovalensis* Retana-Salazar 1998, *ramirezi* Mound y Marullo 1996, *cephalica* (Crawford 1910) y *morerai* Retana-Salazar y Soto-Rodríguez 2005 se incluyen en lo que Moulton (1948) denominó la serie *cephalica*.

Es de interés señalar que el grupo *Pulchella* propuesto por Retana-Salazar (1998) aparece como el grupo hermano del grupo *Tritici-Cephalica*, por lo que es necesario revisar la homogeneidad de la setotaxia dentro de *Frankliniella*, debido a que la setotaxia del grupo *Pulchella* es muy diferente a la del resto de las especies de *Frankliniella*. Por otra parte, el grupo *Curiosa* propuesto por Johansen (1998) contiene nueve especies, y no se presentan como un grupo de ubicación clara desde el punto de vista filogenético dentro del género *Frankliniella*, por lo que podría ser válida la hipótesis de Johansen acerca de la pertinencia de considerar a este grupo de especies por aparte.

Esto nos indica la necesidad de estudiar con mayor profundidad las variaciones morfológicas entre las especies del grupo *Tritici-Cephalica*. En los últimos años, la publicación de algunas especies nuevas de este grupo halladas en la región de América Central obliga a cuestionar los caracteres que definen estos grupos. Entre estas especies sobresalen por su interés económico *F. sandovalensis* que se encuentra asociada al cultivo del aguacate y parece estar asociada a algunas deformaciones foliares. Aunque no hay estudios detallados de esto, hay algunas evidencias aisladas que deberían ser consideradas para efectuar futuros estudios ecológicos de estas especies. La especie *F. sandovalensis* puede ser fácilmente confundida con *F. cephalica* y es posible hallarlas en un mismo cultivo. *F. cephalica* se asocia a diversos cultivos de árboles frutales como es el mango y el marañón entre otros en Costa Rica, pero se le ha aislado también en cultivo de aguacate. Además se ha descrito recientemente un grupo particular de especies halladas en aguacate, que posiblemente sea cercano a la especie *zeteki* por la estructura del pedicelo, pero carecen de sensilas campaniformes en el metanoto, lo que las ubica como un grupo particular dentro de la serie *cephalica*.

## Asociación de la serie *cephalica* con árboles frutales

Dentro de estas especies es de importancia la serie *cephalica* por su asociación con el cultivo de algunos árboles frutales de importancia económica como son el aguacate (*Persea americana* Mills), el mango (*Mangifera indica* L.) y el marañón (*Anacardium occidentale* L.). Estudios recientes demuestran que muchas de las especies asociadas a estos cultivos pertenecen al grupo de especies *cephalica* (Retana-Salazar & González-Herrera 2011). Dentro de este grupo, hay una serie de especies cercanamente emparentadas que son de difícil clasificación, estas especies son: *cephalica*, *bispinosa*, *sandovalensis* y *morerai*. Las especies recientemente descritas asociadas al aguacate *alonso*, *doris* y *nita* se hallan claramente ilustradas, tipificadas y se hallan incluidas en claves de identificación modernas (Retana-Salazar & González-Herrera 2011). Por esta razón, en este trabajo se revisan los avances registrados desde 1998 a la fecha acerca de la biología y distribución de estas especies en la región de Mesoamérica.

Se incluye un trabajo comparativo de las especies *cephalica*, *morerai* y *sandovalensis* con el fin de ayudar en la correcta discriminación de estas especies de *Frankliniella*. Para ello se han analizado especímenes recolectados en Nayarit y Oaxaca, en México, y de las series tipo de las especies *F. sandovalensis* y *F. morerai* en CIT-CIEMIC y series de especímenes identificados de la especie *F. cephalica*. No se incluye a *F. bispinosa* por no hallarse en esta región de estudio, no al menos en los muestreos realizados a la fecha.

## Especies del género *Frankliniella* recolectadas en Costa Rica en cultivo de aguacate

*Frankliniella alonso* Retana-Salazar y González-Herrera  
*Frankliniella cephalica* (Crawford)  
*Frankliniella doris* Retana-Salazar y González-Herrera  
*Frankliniella morerai* Soto-Rodríguez y Retana-Salazar  
*Frankliniella nita* Retana-Salazar y González-Herrera  
*Frankliniella sandovalensis* Retana-Salazar

Cuando se describe *Frankliniella sandovalensis*, se registra como hospedero tipo la especie *Ipomoea pes-caprae* (L) R.Br. 1918, la cual es una planta común de las zonas costeras del neotrópico. No obstante, una década más tarde se halla en los cultivos de aguacate de Nayarit, México, donde esta especie fue recolectada por el Dr. Jhonathan Cambero-Campos, como consta en el material de su colección. La cantidad de dichas poblaciones es baja por lo que habitualmente es difícil considerarlas, aunque pueden estar subestimadas por no ser fácilmente reconocibles con respecto a *F. cephalica* y *F. morerai*, lo que puede dificultar las medidas de control. En observaciones de campo a menudo esta especie se halla cubierta de polen, por lo que se sospecha que puede estar involucrada en la polinización de los árboles de aguacate. También se le ha hallado picando las hojas jóvenes de estos árboles donde al parecer causa deformaciones. Sin embargo, no hay estudios ecológicos que confirmen estas observaciones.

## Las especies crípticas en Thysanoptera

En los últimos años se ha estado discutiendo en la literatura la presencia de especies crípticas de difícil reconocimiento (Rugman-Jones et al. 2010). Un caso interesante es *Pseudophilothrips gandolfoi* Mound, Wheeler & Williams en cuya descripción se incluye un análisis molecular somero y poco confiable desde su interpretación que pretende proponer una forma de resolución para las especies crípticas

(Mound *et al.* 2010). Este último trabajo es uno de los que empieza la discusión del problema de las especies crípticas a pesar de que presenta un bajo muestreo y carencia de análisis moleculares sólidos.

Un estudio molecular de buena calidad sobre *Frankliniella occidentalis* (Pergande) muestra que esta especie es posiblemente un complejo de especies crípticas, las cuales son de difícil segregación utilizando caracteres morfológicos (Rugman-Jones *et al.* 2010). Atendiendo a que la taxonomía es en realidad morfotaxonomía, es necesario buscar y encontrar las trazas morfológicas que nos permitan desde la práctica la separación de estas especies. Algo similar sucede con las especies *sandovalensis*, *morerai* y *cephalica*, por lo que en este trabajo se aborda el tema de las diferencias morfológicas entre estas tres especies con el fin de hacer más clara y simple su diagnóstico.

La separación de las especies crípticas requiere estudios detallados de la biología y la búsqueda sistemática de caracteres que sirvan para la segregación de las mismas (Mayr 1969).

## Material revisado

### Holotipos:

*Frankliniella brunnea* Priesner 1932, SMF T 7653, SMF.

*Frankliniella sandovalensis* Retana-Salazar 1998, CIT-CIEMIC.

*Frankliniella morerai* Soto-Rodríguez y Retana-Salazar 2005, CIT-CIEMIC.

*Frankliniella alonso* Retana-Salazar y González-Herrera 2011, CIT-CIEMIC.

*Frankliniella doris* Retana-Salazar y González-Herrera 2011, CIT-CIEMIC.

*Frankliniella nita* Retana-Salazar y González-Herrera 2011, CIT-CIEMIC.

### Series de paratipos de las especies:

*Frankliniella sandovalensis* Retana-Salazar 1998, CIT-CIEMIC.

*Frankliniella morerai* Soto-Rodríguez y Retana-Salazar 2005, CIT-CIEMIC.

*Frankliniella alonso* Retana-Salazar y González-Herrera 2011, CIT-CIEMIC.

*Frankliniella doris* Retana-Salazar y González-Herrera 2011, CIT-CIEMIC.

*Frankliniella nita* Retana-Salazar y González-Herrera 2011, CIT-CIEMIC.

### Material identificado:

*Frankliniella cephalica*, recolectado en Costa Rica y México.

Con referencia a este material en Costa Rica se recolecta frecuentemente en los cultivos de ornamentales y en especial asociado a flores de árboles frutales como *Persea americana* (aguacate), *Mangifera indica* (mango) y *Syzygium jambos* (L) (manzana rosa) en Costa Rica y con menor frecuencia en *Syzygium malaccense* (L) (manzana de agua). Esta especie es recolectada sin interrupción desde 1991 hasta la fecha en este país.

En México, Cambero-Campos *et al.* (2010) informan esta especie para Xalisco, Nayarit, México. Johansen-Naime & Mojica-Guzmán (2011) informan esta especie en las regiones de Sierra Madre Oriental y la Planicie Costera del Golfo de México. Mientras que García-Martínez *et al.* (2011) informan esta especie en 11 municipios de los 26 del Estado de Coahuila en el Norte de México y se informa en al menos cinco diferentes hospederos. También se ha recolectado en cultivos de mango en la región de Oaxaca.

## Diagnóstico del grupo *Tritici-Cephalica*

A pesar de que Hood (1925) establece la presencia de especies con modificaciones del pedicelo del antenómero III en *Frankliniella*, no es sino hasta el extensivo trabajo de revisión de Moulton (1948)

que se define la diagnosis del grupo *Tritici-Cephalica*. Este autor considera este grupo dividido en dos series, la serie *Tritici* y la serie *Cephalica*. Estos grupos fueron caracterizados por Moulton (1948) de la siguiente forma:

**Grupo *Tritici-Cephalica*:** pedicelo del antenómero III con un ensanchamiento más o menos evidente, que puede presentarse como un ensanchamiento, una angulación o un borde con un filo marcado o un anillo en forma de vaso o salcera y aclara que es excepción la especie *curiosa* Priesner. A partir de estos caracteres define las series:

**Serie *tritici*:** antenómero II sin un ensanchamiento o proyección en la parte posterior del ápice.

**Serie *cephalica*:** antenómero II ensanchado en la sección dorsal en el ápice y proyectándose más allá de la base del antenómero III, con dos setas apicales fuertes y conspicuas.

#### Especies de difícil ubicación dentro del grupo *Tritici-Cephalica*:

*Frankliniella curiosa* Priesner es considerada por Moulton (1948) dentro del grupo *Tritici-Cephalica* como una excepción, debido a que no presenta ninguna de las características que definen el grupo. Es posible que la haya incluido en este grupo por la modificación del borde inferior ventral del antenómero III, el cual se proyecta hacia el antenómero II. No obstante, los hallazgos de Johansen (1998) culminan con la descripción de ocho nuevas especies cercanas y con la misma modificación del antenómero III que presenta *curiosa*, todas ellas de México, con lo que se define un nuevo grupo para estas especies. Los estudios de filogenia indican que este grupo no se halla emparentado con el grupo *Tritici-Cephalica* (Retana-Salazar 2010b).

*Frankliniella pulchella* Hood es considerada por Moulton (1948) dentro del grupo *Intonsa*, serie *intonsa*, siendo una especie muy particular por la reducción de la setotaxia genital, por la ausencia de las setas posteromarginales I y por presentar antenómeros muy alargados. A pesar de que el pedicelo del antenómero III es simple, razón por la cual es incluida en el grupo *Intonsa* por Moulton (1948), presenta un collar particularmente engrosado. Este carácter, en el cual el collar y su desarrollo es de importancia taxonómica, se presenta en las especies de la denominada serie *Cephalica*, pero no en las especies de la serie *Tritici* donde esta estructura presenta un desarrollo normal en la mayoría de los casos pero una serie de modificaciones del pedicelo como en *parvula* o del collar como en *standleyana*. Estas modificaciones ubican a las especies *antennata*, *orlandoi* y *pulchella* en un grupo de distribución sur en el neotrópico, que se extiende desde el Caribe de Costa Rica hasta Perú. Los análisis de filogenia ubican con una certeza del 100% a este conjunto de especies como el grupo hermano del grupo *Tritici-Cephalica*, con un índice de decaimiento (DI) de 13 (=índice de Bremer) (Retana-Salazar 2010b). En este caso, de nuevo, se rechaza la hipótesis de parentesco de este grupo de especies, que es un grupo muy cercano al grupo *Tritici-Cephalica*.

#### Caracterización filogenética del grupo *Tritici-Cephalica*

Los resultados de los análisis formales de filogenia indican que aunque los grupos de especies han sido definidos por los taxónomos alfa con precisión, sus parentescos no han sido bien establecidos. El trabajo de Retana-Salazar (2010b) dirigido a la búsqueda de caracteres taxonómicos de valor filogenético que ayuden a definir los grupos indica que el grupo *Tritici-Cephalica* si bien se sostiene como una unidad consistente, no presenta caracteres generales que permitan una caracterización sencilla del mismo. Quizás por eso fue complicado para Moulton (1948) establecer los límites de este grupo.

La serie *tritici* resulta en un grupo parafilético, mientras que las especies ubicadas en la serie *cephalica* si evidencian una clara monofilia. Retana-Salazar (2010b) define el grupo *Tritici-Cephalica* *sensu* Moulton de la siguiente forma: se manifiesta como un grupo monofilético consistente justificado por la modificación del pedicelo del antenómero III de (carácter 40, Retana-Salazar 2010b), la

modificación del antenómero II en algunas especies (*serie cephalica*) (carácter 15, Retana-Salazar 2010b) y el ensanchamiento del collar (carácter 12, Retana-Salazar 2010b) en otras (*serie cephalica*), este grupo es muy diverso y morfológicamente no presenta una única característica propia para todas las especies, en especial en las especies de la *serie tritici*, siendo consistente la presencia de un anillo subbasal del pedicelo del antenómero III, este carácter se puede hallar en especies de otros grupos como por ejemplo en algunas especies del grupo *Curiosa* y en algunas especies del grupo *Minuta*, sin embargo estos presentan caracteres diferenciales que no se hallan en las especies de la *serie tritici*.

Lo importante de utilizar estos caracteres en la diagnosis del grupo *Tritici-Cephalica* es que estos presentan una alta inercia filogenética. En otras palabras, definen desde un punto de vista filogenético y evolutivo este grupo, concretando la hipótesis de que se trata de un grupo natural de especies, que por demás presenta un fuerte sustento en los estadísticos filogenéticos utilizados para analizar el soporte de los grupos estructurados en la topología obtenida, lo que lo justifica como un grupo monofilético. Es importante señalar que los caracteres que justifican a este grupo son todos derivados de modificaciones de las antenas, por lo que estas parecen ser características de mucho peso en la determinación de las especies y de los grupos supraespecíficos. Los caracteres de las antenas han sido utilizados desde hace mucho por los taxónomos del grupo para definir los grupos de especies (Hood 1925, Moulton 1948). Incluso para los autores que no consideran los grupos de especies dentro de *Frankliniella* no pueden dejar por fuera las modificaciones de las antenas en la caracterización interna de las especies en sus claves de clasificación como sucede en los trabajos de Mound & Marullo (1996) y Cavalleri & Mound (2012). Es posible que en el futuro, con estudios más detallados sea posible segregarse al género *Frankliniella* en varios géneros, lo que ayudaría en su comprensión evolutiva y biológica.

### Diagnóstico diferencial de las especies *F. cephalica*, *F. sandovalensis* y *F. morerai*

En esta sección se tratan tanto caracteres de tipo cuantitativo como cualitativo para establecer la diferenciación de tres especies de la *serie cephalica* (Moulton 1948) y ayudar en el desarrollo de las investigaciones agrícolas debido a que estas especies son de particular importancia en cultivos de árboles frutales en Mesoamérica.

El uso de técnicas moleculares ha traído a la taxonomía grandes ventajas si estos datos se utilizan como una fuente más de respaldo de una serie de aspectos de la biología de los grupos. No obstante en los últimos años se ha abusado de la herramienta, proponiendo en algunos casos el uso solamente de las secuencias para la determinación de las especies (Hebert *et al.* 2004). Esto ha causado una fuerte controversia en la que se han discutido los alcances de estas propuestas (Brower 2006, Brower 2010, Cook *et al.* 2010). La taxonomía de Thysanoptera no ha estado libre de estas tendencias, como lo muestra la sinonimia de una serie de especies asociadas al aguacate por parte de Hoddle *et al.* (2008) donde el criterio fue los datos de secuencias moleculares. Lo tentador de los datos moleculares es que proveen ventajas como muchos datos de comparación en poco tiempo, ya que se toman como caracteres cada una de las bases de la secuencia, la velocidad a la que se pueden obtener las secuencias y que se prescinde de la participación de taxónomos en muchos casos, debido a que las identificaciones se hacen mediante la comparación de las secuencias con bases de datos ya establecidas. Estos criterios de comodidad taxonómica y comodidad económica para los sistemas de sanidad vegetal pueden ser peligrosos para el desarrollo de la ciencia y la toma de decisiones que pueden afectar el desarrollo económico de una región. Los caracteres en taxonomía y en sistemática deben analizarse de una manera integral tomando en cuenta todos los que sea posible de la biología, comportamiento, fisiología, morfología, ecología y otros de las especies, ya que estas son eventos biológicos. En Thysanoptera el uso de los caracteres de forma equivocada en los resultados de análisis de filogenia han sido expuestos por varios autores (Bhatti 1993, Retana-Salazar 2012). La conclusión es que la herramienta fundamental de la taxonomía sigue siendo la revisión metódica y sistemática de las colecciones (Mayr 1969) y entre mayor número de especímenes de diferentes regiones y la mayor cantidad de caracteres se revisen más

acertada será la discriminación de las especies.

Por esta razón, en este trabajo se presentan una serie de características extraídas del análisis crítico y la revisión taxonómica de los holotipos y paratipos de las especies que se discuten a continuación.

**Cuadro 1.-** Caracteres morfométricos de la cabeza utilizados en las descripciones taxonómicas de las especies *Frankliniella cephalica*, *sandovalensis* y *morerai*.

Carácter	<i>cephalica</i>	<i>sandovalensis</i>	<i>morerai</i>
Cabeza longitud (l)	120	130	130
Cabeza ancho (a)	144	200	195
Largo del cono bucal	145	115	100
Seta io	38	37,5-40	25
Ocelo posterior	17,5	15	25
Seta po IV	24	25	25
color	amarillo	traslúcido	amarillo pálido
l/a	0,61	0,65	0,66

**Cuadro 2.-** Caracteres morfométricos de las antenas utilizados en las descripciones taxonómicas de las especies *Frankliniella cephalica*, *sandovalensis* y *morerai*.

Carácter	<i>cephalica</i>	<i>sandovalensis</i>	<i>morerai</i>
I (v/d/c)*	30/31/amarillo	25/25/traslúcido	30/30/amarillo
II (v/d/c)	24/35/amarillo	45/45/traslúcido	50/45/amarillo
III (v/d/c)**	55/55/(2/3c-1/3a)	70/70/(1/2t-1/2c)	80/80/amarillo
IV (v/d/c)	45/42,5/castaño	60/60/(1/3t-2/3c)	55/55/amarillo
V (v/d/c)	36/32,5/castaño	40/40/(1/2t-1/2c)	45/45/amarillo
VI (v/d/c)	45/45/castaño	50/50/castaño	60/60/amarillo
VII (v/d/c)	10/10/castaño	10/10/castaño	10/10/amarillo
VIII (v/d/c)	12,5/12,5/castaño	10/10/castaño	15/15/amarillo
Pedicelo	7,5-10	10	10
Disco basal	7,5	10	10
Collar largo	10	10	10
Collar ancho	12/15	7,5/15	15
Setas II	20	22,5	25

\* (ventral/dorsal/color=v/d/c) \*\* (c=castaño, a=amarillo, t=traslúcido)

**Cuadro 3.-** Caracteres morfométricos del pronoto utilizados en las descripciones taxonómicas de las especies *Frankliniella cephalica*, *sandovalensis* y *morerai*.

Carácter	<i>cephalica</i>	<i>sandovalensis</i>	<i>morerai</i>
Largo (l)	120	140	177,5
Ancho (a)	190	192,5	197,5
Setas aa	43-40	37,5	50
Setas amM	36	32,5	45
Setas amm	14	10	12,5
Setas discales	7,5-10	7,5-10	10-12,5
Setas pa	53	47,5	55
Setas pmI	12,5	10	15
Setas pmII	29	32,5	37,5
Nº de pm	7-8	6	6
color	amarillo	traslúcido	amarillo
l/a	0,63	0,73	0,90

**Cuadro 4.-** Caracteres morfométricos del mesonoto utilizados en las descripciones taxonómicas de las especies *Frankliniella cephalica*, *sandovalensis* y *morerai*.

Carácter	<i>cephalica</i>	<i>sandovalensis</i>	<i>morerai</i>
Largo (l)	72,5	82,5	92,5
Ancho (a)	165	145	185
Setas internas	-	-	-
Setas externas	25	30	32,5
color	amarillo	traslúcido	amarillo
l/a	0,43	0,57	0,50
Nº setas*	Pm 2, lat 1, md 0	Pm 2, lat 1, md 0	Pm 2, lat 1, md 0

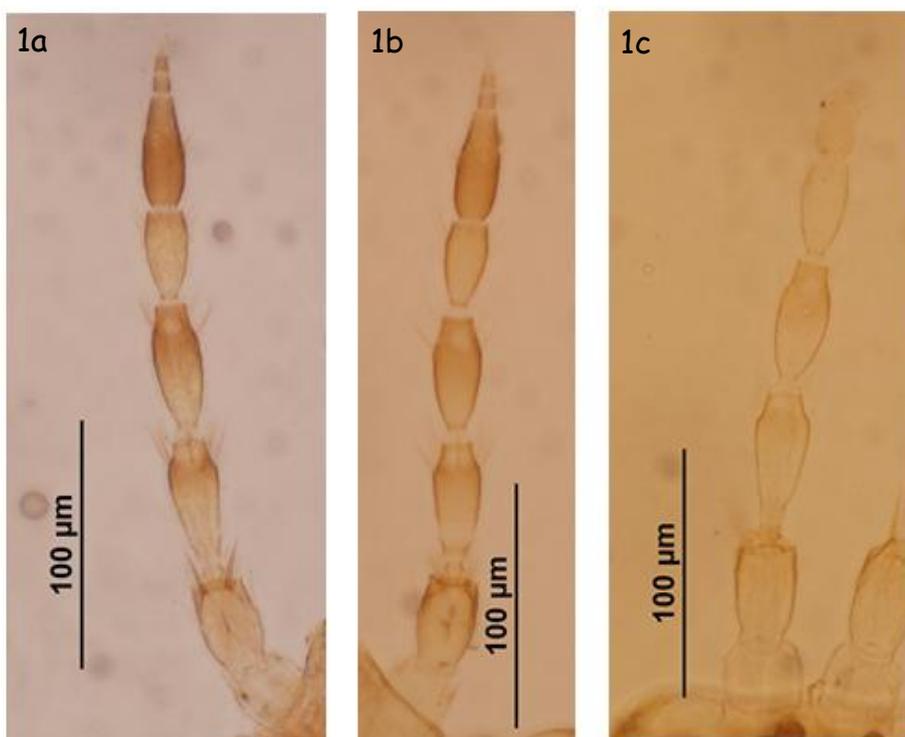
\* (Pm=posteromarginales, lat=lateral, md=medial)

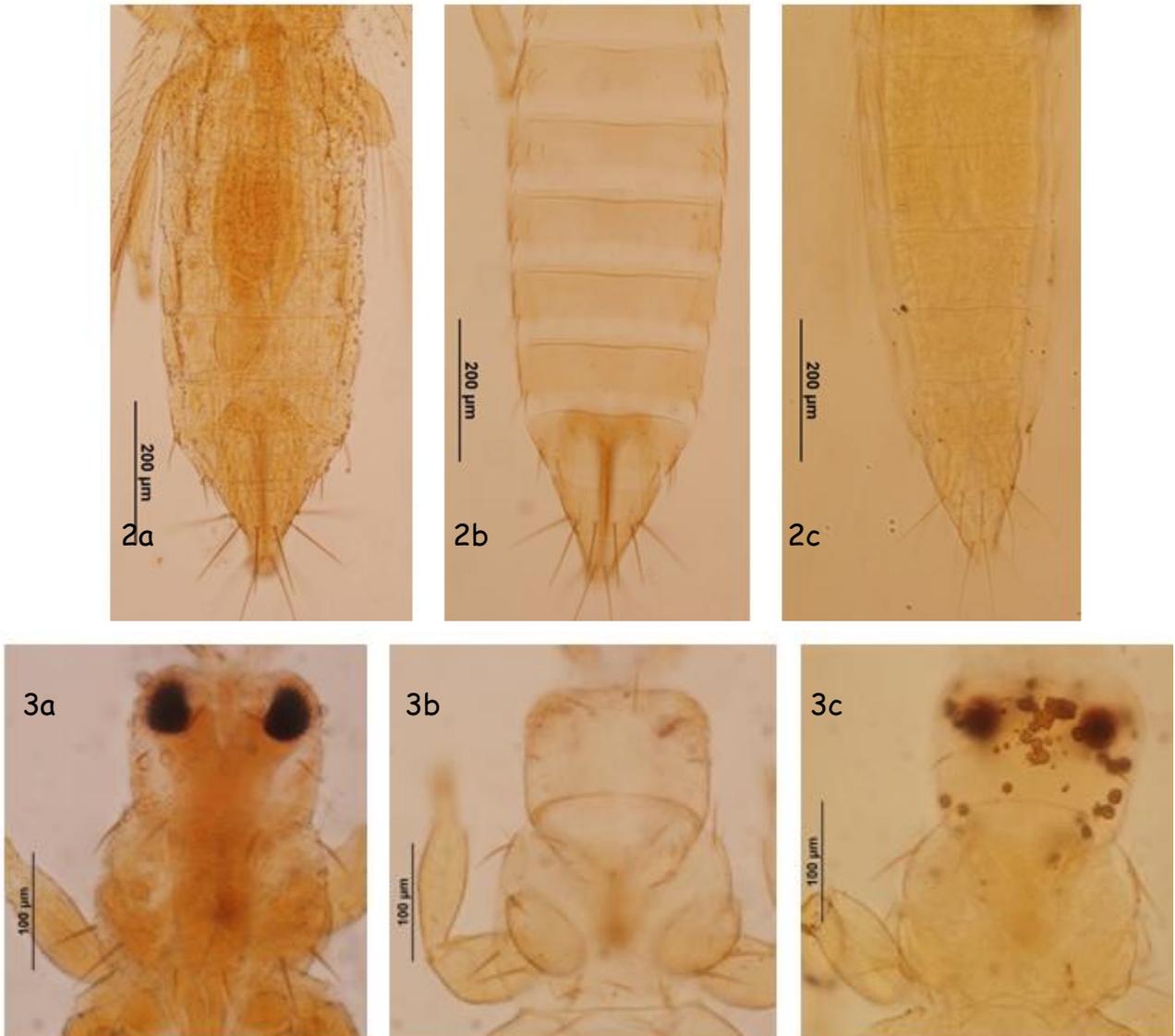
**Cuadro 5.-** Caracteres morfométricos del metanoto utilizados en las descripciones taxonómicas de las especies *Frankliniella cephalica*, *sandovalensis* y *morerai*.

Carácter	<i>cephalica</i>	<i>sandovalensis</i>	<i>morerai</i>
Largo (l)	75	77,5	90
Ancho (a)	140	105	155
Setas internas	57,5	60	60
Setas externas	27,5	32,5	37,5
Sensilas	1 par distal	ausentes	1 par medial
Color	amarillo	traslúcido	amarillo
l/a	0,53	0,74	0,58

**Cuadro 6.** Caracteres morfométricos del abdomen utilizados en las descripciones taxonómicas de las especies *Frankliniella cephalica*, *sandovalensis* y *morerai*.

Carácter	<i>cephalica</i>	<i>sandovalensis</i>	<i>morerai</i>
Peine VIII	Interrumpido med	Interrumpido med	completo
Dientes laterales	7,5	5	12,5
Dientes mediales	ausentes	ausentes	10-12,5
Color	amarillo	traslúcido	amarillo

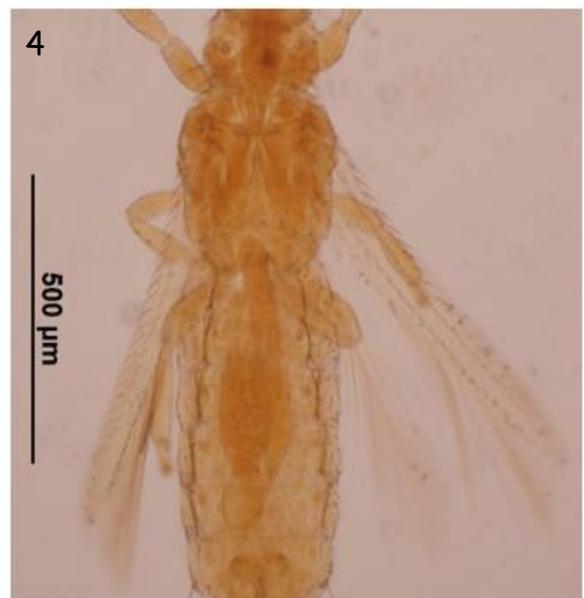

**Figura 1.-** Antenas de las especies.  
 a.- *F. sandovalensis* (holotipo).  
 b.- *F. cephalica* (material de colección).  
 c.- *F. morerai* (holotipo).



**Figura 2.-** Abdomen de las especies. **a.-** *F. sandovalensis* (holotipo). **b.-** *F. cephalica* (material de colección). **c.-** *F. moreirai* (holotipo).

**Figura 3.-** Cabeza y pronoto de las especies. **a.-** *F. sandovalensis* (holotipo). **b.-** *F. cephalica* (material de colección). **c.-** *F. moreirai* (holotipo).

**Fig. 4.-** *Frankliniella sandovalensis*. Holotipo. Hábito. Se muestra la condición traslúcida del exoesqueleto, se observan los músculos torácicos y cefálicos y los órganos internos del abdomen, mostrando la ausencia de maceración.



Como se evidencia de las medidas obtenidas del material de colección no hay variaciones ampliamente evidentes de las mismas que permitan una separación precisa de estas especies. No obstante la ausencia de sensilas campaniformes en el metanoto de *sandovalensis* en contraposición a *cephalica* y *morerai* permite una clara diferenciación de las especies.

Las antenas de las tres especies manifiestan una coloración similar, en especial *sandovalensis* y *morerai*, sin embargo los antenómeros I-II de *sandovalensis* (Fig. 1a) son más robustos que los de *cephalica* (Fig. 1c), la coloración de la antena de *morerai* (Fig. 1c) es más clara en términos generales (las antenas del holotipo de *morerai* no se hallan en las mejores condiciones por lo que en la Fig. 5 se muestran ambas antenas del holotipo para su estudio comparativo). Además, entre *sandovalensis* y *cephalica* hay una sutil diferencia de coloración en los antenómeros IV-V (Fig. 1a, b), la cual puede verse afectada por los procedimientos de maceración habituales en la preparación de thrips, por lo que no se recomiendan estas metodologías de montaje en estos grupos de especies.

Por otra parte, *morerai* presenta el peine del tergito VIII completo mientras que *cephalica* y *sandovalensis* lo presentan interrumpido. Además, *morerai* presenta los dientes laterales del peine del margen posterior del tergo abdominal VIII mucho más largos que los de *sandovalensis* y *cephalica* (Cuadro 6). El segmento abdominal X de *sandovalensis* (Fig. 2a) parece ser mucho más pequeño que el de *cephalica* (Fig. 2B) y *morerai* (Fig. 2c). No obstante debe tenerse en cuenta que la observación de este carácter puede verse afectada por la preparación microscópica, por lo que es ideal contar con series de individuos para un análisis estadístico discriminante.

En cuanto a la cabeza y el pronoto se puede observar que en *sandovalensis* (Fig. 3a) y *cephalica* (Fig. 3b) los lados de la cabeza son muy paralelos, mientras que en *morerai* (Fig. 3c) hay un marcado estrechamiento de la cabeza en la parte posterior. Se puede observar que hay una tendencia a la reducción de las setas interocelares en *morerai* con respecto a *cephalica* y *sandovalensis* (Cuadro 1). La proporción entre el largo y el ancho del pronoto de *sandovalensis* (Fig. 3a) y *cephalica* (Fig. 3b) oscila entre un 60-75% del largo con respecto al ancho, pero en *morerai* (Fig. 3c) la proporción es del 90% con lo que indica que el ancho y el largo del pronoto son casi iguales (Cuadro 3). En el pronoto de *cephalica* con frecuencia se pueden contar entre 7 a 8 pares de setas posteromarginales, en algunos casos hay asimetría en el número de pares de setas en esta especie, mientras que en *sandovalensis* y *morerai* es constante el número de 6 pares de setas posteromarginales del pronoto (Cuadro 3).

En el pterotórax, el mesotórax no presenta diferencias sustanciales entre las tres especies (Cuadro 4). Por otra parte la proporción entre largo y ancho (l/a) del metatórax puede ser de ayuda en esta separación (Cuadro 5) donde el ancho es casi el doble del largo en *cephalica* y *morerai* mientras que en *sandovalensis* el largo es cercano a las tres cuartas partes del ancho.

Con respecto al color, en *sandovalensis* (Fig. 3a) se puede observar que el espécimen no se haya macerado con NaOH puesto que es posible observar dentro de la cápsula cefálica los lóbulos ópticos del cerebro, lo que evidencia la condición de traslúcido del exoesqueleto de esta especie. Esta condición no se observa en *cephalica* (Fig. 3b) ni en *morerai* (Fig. 3c) donde para lograr la transparencia necesaria para el estudio en microscopio de luz es necesario macerar los especímenes con lo que se eliminan habitualmente los órganos internos. El color traslúcido de *sandovalensis* (Fig. 4) es un carácter



Fig. 5.- *Frankliniella morerai*. Holotipo. Parte anterior de la cabeza y ambas antenas.

importante en la segregación pero es de cuidado ya que algunos especímenes de otras especies tratados con NaOH pueden presentar este carácter por decoloración y no por su condición natural de la ausencia del mismo como en *sandovalensis*.

### Diferenciación del ensamble *alonso*

El ensamble es un concepto introducido en la literatura de Thysanoptera por Johansen-Naime & Mojica-Guzmán (1998) que hace referencia a grupos de especies particulares dentro de series como han sido establecidas por Moulton (1948). Se diferencia un complejo de especies de un ensamble en que el primero tiende a presentar problemas en los límites de las especies incluidas, mientras que en los ensambles las especies son unidades taxonómicas bien definidas. Tomando en cuenta lo establecido por Johansen-Naime & Mojica-Guzmán (1998) se considera a las especies cercanas a *alonso* como un ensamble. Este ensamble de especies descrito para el aguacate y que incluye tres especies que se revisaron en este trabajo fueron descritas en años recientes como resultado de amplios muestreos en este cultivo en Costa Rica (Retana-Salazar & González-Herrera 2011).

Estas especies presentan una estructura del pedicelo del antenómero III muy particular y similar a la de la especie *zeteki* y *pintada*, pero las tres especies no presentan sensilas en el metanoto, estructura que se ha utilizado con frecuencia en la literatura taxonómica para la separación de especies (Mound & Marullo 1996, Retana-Salazar & González-Herrera 2011, Cavalleri & Mound 2012). Este carácter es similar al descrito en este trabajo en *sandovalensis* pero la estructura del pedicelo del antenómero III es muy diferente por lo que es sencilla la caracterización.

### Agradecimientos

A la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica por el financiamiento de los proyectos de estudio de las especies de thrips de importancia económica en Costa Rica. Al Dr. Jhonathan Cambero-Campos por facilitar el material de la colección de la Universidad Autónoma de Nayarit (UAN), al M.Sc. Javier Ruiz de la Cruz por facilitar material de la colección generada durante el desarrollo de su tesis de maestría desarrollada en Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca, Instituto Politécnico Nacional, México. Al Dr. Roberto Johansen Naime del IBUNAM por facilitar material de la colección de Thysanoptera de Colombia depositada en esta institución. Al M.Sc. Alexander Rodríguez-Arrieta su colaboración en los proyectos de investigación en Thysanoptera desarrollados en la Universidad de Costa Rica. Al M.Sc. Allan González-Herrera por facilitar el material de Thysanoptera de los cultivares de aguacate como parte de los proyectos de investigación de este cultivo en Costa Rica.

### Literatura citada

- BHATTI, J.S. 1993. Phylogenetic relationships among Thysanoptera (Insecta) with particular reference to the families of the Order Tubulifera. *Zoology (Journal of Pure and Applied Zoology)* **4**: 93-130.
- BROWER, A.V.Z. 2006. Problems with DNA barcodes for species delimitation: 'ten species' of *Astraptus fulgurator* reassessed (Lepidoptera: Hesperiiidae). *Systematics and Biodiversity* **4**: 127-132.
- BROWER, A.V.Z. 2010. Alleviating the taxonomic impediment of DNA barcoding and setting a bad precedent: names for ten species of '*Astraptus fulgurator*' (Lepidoptera: Hesperiiidae: Eudaminae) with DNA-based diagnoses. *Systematics and Biodiversity* **8**(4): 485-491.

- CAMBERO C., O.J.; JOHANSEN N., R.; RETANA S., A.P; GARCÍA M., O.; CANTÚ S., M. & CARVAJAL C., C. 2010. Thrips (Thysanoptera) del aguacate (*Persea americana*) en Nayarit, México. *Revista Colombiana de Entomología* **36**(1): 47-51.
- CAVALLERI, A. & MOUND, L.A. 2012. Toward the identification of *Frankliniella* species in Brazil (Thysanoptera, Thripidae). *Zootaxa* **3270**: 1-30.
- COOK, L.G.; EDWARDS, R.D.; CRISP, M.D. & HARDY, N.B. 2010. Need morphology always be required for new species descriptions? *Invertebrate Systematics* **24**: 322-326.
- GARCÍA-MARTÍNEZ, O.; JOHANSEN-NAIME, R.; VILLARREAL-QUINTANILLA, J.; CAMBERO-CAMPOS, J. & RETANA-SALAZAR, A.P. 2011. Contribución al Conocimiento de los Thysanoptera de Coahuila, México. *Métodos en Ecología y Sistemática* **6**(3): 15-26.
- HEBERT, P.D.N.; PENTON, E.H.; BURNS, J.M.; JANZEN, D.H. & HALLWACHS, W. 2004. Ten species in one: DNA barcoding reveals cryptic species in the neotropical skipper butterfly *Astraptes fulgerator*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA* **101**: 14812-14817.
- HODDLE, M.S.; MOUND, L.A.; RUGMAN-JONES, P.F. & STOUTHAMER, R. 2008. Synonymy of five *Scirtothrips* species (Thysanoptera: Thripidae) described from avocados (*Persea americana*) in Mexico. *Florida Entomologist* **91**(1): 16-21.
- HOOD, D.J. 1925. New species of *Frankliniella* (Thysanoptera). *Bulletin of the Brooklyn Entomological Society* **20**(2): 71-82.
- JOHANSEN, R.M. 1998. The *Frankliniella curiosa* species group (Thysanoptera: Thripidae). *Revista de Biología Tropical* **46**(3): 717-738.
- JOHANSEN-NAIME, R.M. & MOJICA-GUZMÁN, A. 1998. The Mexican *Frankliniella anitahoffmannae* sp. nov. species assemblage, in the "Intonsa Group" (Insecta, Thysanoptera: Thripidae). *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)* **75**: 1-16.
- JOHANSEN-NAIME, R.M. & MOJICA-GUZMÁN, A. 2011. Diversidad de Trips en México. *Métodos en Ecología y Sistemática* **6**(3): 5-14.
- KARNY, H. 1910. Neue Thysanopteren der Wiener Gegend. *Mitteilungen des Naturwissenschaftlichen Vereines an der Universität Wien* **8**: 41-57.
- KARNY, H. 1912. Revision der von Serville aufgestellten Thysanopteren-Genera. *Zoologische Annalen* **4**: 321-344.
- MAYR, E. 1969. *Principles of Systematic Zoology*. McGraw-Hill, Inc., U.S.A. 428 pp.
- MOULTON, D. 1907. A contribution to our bibliography of North American Thysanoptera, with descriptions of new species. *United States Department of Agriculture, Bureau of Entomology Technical Series* **12**: 39-68.
- MOULTON, D. 1948. The genus *Frankliniella* Karny, with keys for the determination of species (Thysanoptera). *Revista de Entomología (Rio de Janeiro)* **19**: 55-113.
- MOUND, L.A. 2002. Thysanoptera biodiversity in the Neotropics. *Revista de Biología Tropical* **50**(2): 477-484.

- MOUND, L.A. & MARULLO, R. 1996. The thrips of Central and South America: An introduction (Insecta: Thysanoptera). *Memoirs on Entomology, International* **6**: 1-487.
- MOUND, L.A.; WHEELER, G.S. & WILLIAMS, D.A. 2010. Resolving cryptic species with morphology and DNA: thrips as potential biocontrol agent of Brazilian peppertree, with a new species and overview of *Pseudophilothrips* (Thysanoptera). *Zootaxa* **2432**: 59-68.
- PÉREZ-LÓPEZ, L. 2006. Algunos aspectos sobre la plaga cuarentenaria en Cuba *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae). *Métodos en Ecología y Sistemática* **1**(3): 1-9.
- RETANA-SALAZAR, A.P. 1998. Una visión filogenética de *Frankliniella* (Thysanoptera: Thripidae). *Revista de Biología Tropical* **46**(2): 397-406.
- RETANA-SALAZAR, A.P. 2010a. *Frankliniella caribae* sp.n. (Terebrantia: Thripidae), una nueva especie del grupo *insularis* para Centroamérica y el Caribe. *Métodos en Ecología y Sistemática* **5**(2): 1-9.
- RETANA-SALAZAR, A.P. 2010b. El grupo genérico *Frankliniella*: el significado filogenético de sus principales caracteres morfológicos (Thysanoptera: Thripidae; Thripini). *Métodos en Ecología y Sistemática* **5**(3): 1-22.
- RETANA-SALAZAR, A.P. 2012. Characters in Thysanoptera. *Métodos en Ecología y Sistemática* **7**(2): 16-37.
- RETANA-SALAZAR, A.P. 2014. Caracterización de *Frankliniella simplex* Priesner 1924 (Thysanoptera: Thripidae): Un problema con los caracteres de los tipos. *Archivos Entomológicos* **10**: 3-10.
- RETANA-SALAZAR, A.P. & MOUND, L.A. 1995. Thrips of the *Frankliniella minuta* group (Insecta: Thysanoptera) in Costa Rican Asteraceae flowers. *Revista de Biología Tropical* **42**(3): 639-648.
- RETANA-SALAZAR, A.P. & GONZÁLEZ-HERRERA, A. 2011. Estudio de campo de las especies de thrips (Terebrantia: Thripidae) más comunes en los cultivos de aguacate (*Persea americana* Miller) de altura en Costa Rica. *Métodos en Ecología y Sistemática* **6**(1-2): 44-58.
- RETANA-SALAZAR, A.P. & RODRÍGUEZ-ARRIETA, J.A. 2012. Aspectos de la biología de *Frankliniella insularis* Franklin 1908 (Thysanoptera: Thripidae) con especial énfasis en el sitio de pupación en la flor de *Tabebuia rosea* (Bertol) en el Valle Central de Costa Rica. *Revista gaditana de Entomología* **3**(1-2): 69-84.
- RUGMAN-JONES, P.F.; HODDLE, M.S. & STOUTHAMER, R. 2010. Nuclear-Mitochondrial Barcoding Exposes the Global Pest Western Flower Thrips (Thysanoptera: Thripidae) as Two Sympatric Cryptic Species in Its Native California. *Molecular Entomology* **103**(3): 877-886.