

1.

INTRODUCCIÓN

El banano es uno de los recursos esenciales e importantes para los ingresos del estado y de las empresas del sector privado(1), alcanzando alrededor del 3.84 % del PIB del Ecuador (2), siendo vital para la seguridad alimentaria de millones de personas en el planeta(3).

Hoy existen alrededor de 180.331 hectáreas de banano sembradas, situadas en Esmeraldas, Santo Domingo, Manabí, Los Ríos, Cañar, Guayas y El Oro. En la provincia de El Oro hay aproximadamente 44.500 hectáreas de banano que significa entre el 22 y 23% de las superficies sembradas de banano, produciendo alrededor de 265.587.828 cajas de banano, que representaban un ingreso aproximado de 1.900 millones de dólares en el 2010(1,3).

La producción de banano orgánico en la provincia de El Oro se ha incrementado desde hace más de 15 años, toda la producción pertenece a fincas pequeñas, medianas y grandes. Dentro de este cultivo existe un gran grupo de plagas de las cuales se destacan las que alimentan del fruto(1,4).

El enfunde del racimo es la estrategia primordial para proteger al fruto de las plagas dentro del cultivo; sin embargo, no es suficiente para protegerlo por completo de daños ocasionados por insectos como los trips. El rechazo de la fruta en el cultivo de banano orgánico se origina al no usar una funda tratada químicamente para la protección del racimo de los trips de la flor *Frankliniella* sp., que es una plaga directa que afecta en la estética del fruto al realizar oviposiciones sobre los tejidos blandos de la inflorescencia que causan pústulas, cuyo efecto es una mala presentación y una disminución de fruta para agroexportación(4).

Con estos antecedentes realizaremos un monitoreo para conocer las poblaciones de trips dentro del cultivo de banano, en investigaciones de esta naturaleza no hay abundante información, por lo que cualquier esfuerzo ayudará a plantear estrategias de control enmarcadas en un manejo agroecológico de la producción.

En este contexto, se planteó los siguientes objetivos:

1.1 Objetivo General

- Determinar las poblaciones de *Frankliniella* sp. en tres lotes de la finca bananera La Sabana utilizando el método de observación visual directa.

1.2 Objetivos Específicos

1. Comparar las poblaciones de trips en los tres lotes evaluados en la finca La Sabana en el Cantón Pasaje, Parroquia La Peaña.
2. Identificar la especie en estudio en el cultivo de banano.

2.

MARCO TEÓRICO

2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS THRIPS

Los trips son insectos diminutos, delgados y ágiles, la mayoría miden de 0.5 a 5 mm de longitud, algunas especies tropicales tienen alrededor de 13 mm(5), antenas divididas de 6 a 9 segmentos, moniliformes, poseen ojos compuestos (6). Pueden presentar dos pares de alas muy estrechas y con pelos, o ser ápteros, y otros con alas cortas (braquípteras) (5,6). Aproximadamente existen 5500 especies de trips descritas en dos subórdenes y siete familias (7).

Su coloración tiene variaciones entre el negro y amarillo pálido, pasando por tonos pardos (8), El desarrollo o metamorfosis, es en cierto modo simple y completo. Existe un estado o fase de desarrollo inmaduro, que recibe generalmente el nombre de ninfa, constando con dos instares de ninfa son activas y se alimentan. En las ninfas, en algunas especies las alas están desarrolladas internamente. Los dos últimos estados de desarrollo prepupa y pupa, no se alimentan y son inmóviles (6).

Las pupas están a veces encapsuladas en un cocón. En el suborden Tubulifera después de la prepupa existen dos instares de pupa. El último estado de desarrollo de los trips es el de adulto. Los dos sexos de trips son de apariencias similares, los machos son más pequeños que las hembras. La partenogénesis está presente en muchas especies. Los trips que poseen un ovipositor insertan los huevos sobre el tejido vegetal. Una gran mayoría de trips se alimentan de las plantas, flores, hojas, frutos, ramas o brotes en un amplio rango de hospederos (5).

Destruyen las células de las plantas al alimentarse, y algunas especies son vectores de enfermedades virales. Algunas especies son plagas importantes de cultivos económicamente importantes. Pocos trips se alimentan de esporas de hongos, o son predadores de algunas especies de artrópodos (5,9).

Además de lo especial de sus partes bucales asimétricas, en la que la mandíbula derecha no está perfeccionada más allá del esclerito basal en las ninfas y adultos, también poseen otras peculiaridades propias que no se dan en otros hemipteroides. El nombre ordinal "Thysanoptera" tiene origen del griego que significa "alas ciliadas", y describe a las particulares alas estrechas que poseen los trips en el estado de adulto. También las alas estrechas con cilios marginales están presentes en un sinnúmero de insectos pequeños. Hay que tener en cuenta que muchos trips adultos no poseen alas (10,11).

En alemán el nombre común, "Blassenfüße", describe que el tarso en los trips no posee la uña típica presente en los demás insectos, pero lleva un arolio reversible adherente. El nombre común en inglés "thrips", proviene del griego que significa "gusano de la madera" y describe de que muchas especies de trips que no son plagas están relacionadas con hongos de madera muerta(11).

El orden Thysanoptera está dividido en dos subórdenes:

-Terebrantia

-Tubulifera (5,12,13).

Las características anatómicas más representativas entre estos dos subórdenes son la forma del último segmento abdominal y el desarrollo del ovipositor (14).

El suborden Terebrantia está compuesto por 6 familias y presenta su último segmento abdominal de forma cónica redondeada, las hembras tiene un ovipositor falciforme, este le da la habilidad de incrustar los huevos en el interior del tejido vegetal (5,13,15). Las características que diferencian a la familia Thripidae de las demás son el ovipositor curvado hacia abajo en el ápice, las antenas tienen áreas sensoriales en los segmentos III y IV, de forma de cono y dactilar, y se prolongan hacia afuera de los segmentos (10,16).

El suborden Tubulifera está compuesto por una familia(Phaelothripidae), su último segmento abdominal tiene una forma de tubo, depositan los huevos sobre el tejido vegetal (5,17).

Dos características destacadas hacen que el suborden Terebrantia se divida en dos superfamilias; los Aelothripoideos, son trips que tienen 9 segmentos antenales y las hembras su ovipositor curvado hacia arriba. Los Thripoideos poseen antenas con 6 a 8 segmentos y las hembras tienen un ovipositor aserrado curvado hacia abajo(5,10,18).

2.2 DISTRIBUCIÓN DE LOS THRIPS

Los trips son insectos cosmopolitas que están extendidos por todo el mundo; la mayoría de las especies están localizadas en la zona tropical, pocas en las regiones polares. Los desiertos, cultivos, jardines, bosques, pastizales son sus hábitats alrededor del globo terráqueo (19).

Existen dos formas en las que los trips se dispersan. La dispersión activa es cuando el trips gasta energía al transportarse de un lugar a otro y la dispersión pasiva en donde el insecto no desarrolla actividad al moverse. Las corrientes de viento juegan un papel significativo en la expansión pasiva de las especies aladas. Los trips que vuelan activamente encima de los cultivos, son elevados por flujos de aire ascendentes y luego transportados por corrientes de manera horizontal. En los estudios de distribución vertical, a alturas mayores de los cultivos indican que las poblaciones capturadas disminuyen aceleradamente a medida que la altura aumenta (11,20).

El patrón de distribución espacial en términos generales se clasifican en uno de tres tipos básicos: aleatorio, uniforme y en agregado.

El tipo de dispersión espacial aleatoria se da cuando, cada individuo tiene la misma probabilidad de ocupar cualquier punto o Unidad Muestreal (UM), cada punto (UM) tiene la misma probabilidad de contener cualquier individuo y la presencia de un individuo en un punto (UM) es independiente de otros individuos. El tipo de dispersión espacial uniforme se da cuando, se encuentra a un individuo en un punto (UM) se reduce la probabilidad de encontrar otro individuo en el mismo UM. Este tipo de dispersión es indicativo de la competencia y territorialidad (21).

El patrón espacial de tipo agregado, se da cuando, encontrando un individuo en un punto (UM) incrementa la probabilidad de encontrar otro individuo en el mismo UM. Este tipo de dispersión es una indicación de atracción entre los individuos; este tipo de dispersión es la forma que se encuentra más comúnmente en la naturaleza, y basándose en la revisión de la literatura por el mismo autor, casi del 96% de los artrópodos (el grupo más diverso de todos los organismos del planeta) tienen este tipo de dispersión (21). El patrón de distribución en el espacio y en los cultivos de importancia económica predominante es el de tipo agregado para una gran mayoría de especies de trips (22).

2.3 HÁBITOS ALIMENTICIOS

Estos insectos se pueden enumerar por sus hábitos alimenticios en: Depredadores (en Aeolothripidae: especies de *Aeolothrips* sp., *Erythrothrips* sp., y en *Franklinothrips* sp., Phlaeothripidae: especies de *Leptothrips* sp., *Karnyothrips* sp. y *Haplothrips* sp.); que devoran ácaros y otros insectos incluidos otros thrips. Micófagos (algunas especies en los géneros de *Idolothripinae* y *Phlaeothripinae*) se alimentan de hifas y metabolitos de hongos saprófitos que crecen en las hojarascas en el suelo, o también de las esporas. Fitófagos (*Frankliniella* sp., *Bravothrips* sp. y *Liothrips* sp.), que consumen tejido de la epidermis de las hojas y tallos de tejidos jóvenes de muchas plantas, polen y de las flores, las cuales son polinizadas en el proceso. Parasitoides (*Torvothrips* sp. y *Pistillothrips* sp.), actualmente definidos y que viven a expensas de otros insectos. Así como otras especies que actúan como formadores de agallas y polinizadores (19,23)..

Sin duda alguna son los trips fitófagos son los que generan mayor interés por sus efectos negativos en los cultivos de importancia económica. Si bien algunos son agentes polinizadores, esta última cualidad es minimizada porque la mayoría, al perforar para absorber el contenido de las células epidérmicas, causan lesiones en las hojas, tallos jóvenes, flores, frutos; en las raíces de los bulbos, abre vías para la entrada de hongos y bacterias patógenas (24,25).

2.4 IMPORTANCIA ECONÓMICA

Existen al menos 550 especies de trips calificadas como plagas que son las que causan pérdidas en los cultivos comerciales, es decir el 1 % de todas las especies descritas. Por su pequeño tamaño, es difícil detectarlas: sin embargo, se dispone de instrumentos informáticos interactivos que hacen más fácil la identificación de las mismas (11,26,27).

Los trips que tienen un ciclo biológico corto, amplio rango de hospederos para su alimentación y reproducción partenogenética deben ser tomados en cuenta como futuras plagas potenciales, que son influenciadas por condiciones ambientales óptimas y pueden formar agregación en cultivos comerciales (11).

2.5 FACTORES PARA LA INVASIÓN DE TRIPS

Consideramos que las especies de trips para ser invasores exitosos deberán cruzar las principales barreras geográficas con o sin asistencia humana y establecer poblaciones autosuficientes en regiones no colonizadas previamente. Un daño económico significativo resulta del establecimiento, proliferación y propagación, para algunos trips no es requisito ser un exitoso invasor para su clasificación. Algunas especies micófagas pueden invadir áreas naturales e infiltrarse en redes alimentarias existentes. La magnitud de las perturbaciones ecológicas posteriores a menudo se desconoce, ya que estos sistemas son de poca importancia económica y generalmente están pobremente estudiados (7,28).

El éxito de la invasión depende de la intensidad de introducción a nuevas áreas (es decir, la frecuencia y la cantidad de insectos pioneros que ingresen); los atributos biológicos del invasor (especialmente los modos de reproducción y la capacidad de aumento); características del ecosistema en el que la incursión ha ocurrido; y la fuerza de la interacción del invasor con el entorno, las condiciones ambientales en el momento de la llegada, la autoecología del insecto invasor y las características del ecosistema receptor (7,28–30).

La incidencia que ejerce la temperatura sobre los insectos, en forma general se debe a que estos son poiquilotermos, de sangre fría y por eso cuando la temperatura ambiental baja, su temperatura corporal también lo hace y sus procesos fisiológicos se reducen, es decir necesitan temperaturas más elevadas para que sus poblaciones se incrementen (5).

2.6 ESPECIES DE TRIPS ASOCIADAS CON EL CULTIVO DE BANANO

En el cultivo de banano se encuentra especies de importancia económica: Trips de la Mancha Roja (*Chaetanaphothrips signipennis*), insectos pequeños visibles a simple vista, son alargados (0.75 mm de largo por 0.2 mm de ancho) con una envergadura alar de 1.2 mm. Los huevos son colocados en la piel de los dedos tiernos, brácteas y flores, el periodo embrionario dura de dos a tres días, el estado de ninfa tiene una duración de cinco a siete días en las flores y las brácteas, el estado de pupa se lleva a cabo en el suelo de dos a tres días y el tiempo de vida en estado adulto es de uno a dos días (4,31).

En el caso del trips de la flor *Frankliniella parvula* Hood se los puede ver a simple vista, de color negro y alargados, Miden 1.1 mm de longitud por 0.28 mm de ancho, son insectos que se encuentran en mayor proporción dentro de la inflorescencia del racimo o en la fruta tierna de las primeras semanas. La hembra en estado adulto tiene una coloración negra, los machos pardos y las ninfas de color amarillento (4,32).

2.7 TRIPS DE LA FLOR DEL BANANO *Frankliniella parvula* HOOD

2.7.1 Taxonomía del trips de la flor *F. parvula* Hood

La clasificación taxonómica del insecto está representada de la siguiente manera:

Categorías

Clase: Insecta

Subclase: Pterygota

Orden: Thysanoptera

Suborden: Terebrantia

Superfamilia: Thripoidea

Familia: Thripidae

Subfamilia: Thripinae

Género: *Frankliniella*

Especie: *parvula* (Hood) (5,33,34)

2.7.2 Morfología y ciclo de vida

El trips de la flor del banano *F. parvula* Hood a nivel de campo tiene dos tipos de reproducción, partenogenética y sexual. Durante su ciclo biológico pasa por diferentes estados de desarrollo desde huevo hasta adulto (4,35).

2.7.2.1 Huevo

La oviposición se lleva a cabo en dedos jóvenes de banano, pétalos, pistilos, las brácteas y en el tallo de la fruta mientras estas estructuras están encapsuladas en las brácteas. Los huevos tienen forma reniforme, cristalinos al momento de la postura, consistencia frágil y al eclosionar se vuelven de color blanquecino, con dos puntos rojos. El sitio de oviposición aparece como una mancha negra, y después de 12 a 24 horas la parte céntrica se puede ver fácilmente con la ayuda de un microscopio. A medida que transcurre el periodo embrionario, el huevo aumenta de tamaño, y después de 24 horas que sobresale ligeramente del tejido de la planta, se puede apreciar los ojos rojos de la ninfa a través del corión. El periodo embrionario tiene una duración de 2.6 días a una temperatura promedio de 30.7 °C (4,18,35).

2.7.2.2 Ninfa

Etapas de ninfa consta de dos instares. Las ninfas, que son del primer instar son de color blanquecino y cambian a amarillo, con el transcurso del tiempo se tornan naranja debido al tejido de flores y brácteas del cual se alimentaron. En el primer instar se observa la cabeza, tres segmentos del tórax, y 10 segmentos del abdomen, dos ojos compuestos, ausencia de ocelos, y las antenas poco segmentadas. Son ápteras y presentan tres pares de patas. La medida promedio es de 0.85 mm de longitud y 0.20 mm de ancho. El primer instar ninfal tiene una duración de dos días (4,35,36).

El segundo instar del estado de ninfa es de un color amarillo claro (8). Tiene una mayor locomoción que el primer instar, y es más activo al momento de alimentarse, Al aproximarse la muda realiza espasmos de dilatación y contracción para salir de la exuvia. Mide alrededor de 1.23 mm de longitud por 0.29 mm de ancho. Este instar tiene una duración de 3.3 días (4,37).

2.7.2.3 Prepupa

El estado de prepupa dura aproximadamente 1.5 a dos días en pequeñas cavidades en el suelo. Esta etapa se caracteriza por un color amarillento claro, alas poco desarrolladas, antenas pequeñas, sin diferenciación de artejos o segmentos. A pesar de que el insecto está inactivo y no se alimenta, es capaz de moverse a una nueva ubicación cuando está alterado. Mide aproximadamente 1.13 mm de longitud por 0.28 de ancho(4,35).

2.7.2.4 Pupa

El estado de pupa se caracteriza por tener alas más desarrolladas que el estado de prepupa, que se extienden hasta la mitad posterior de los segmentos del abdomen y las antenas se proyectan hacia atrás y se adhieren a la superficie de la cabeza y protórax, de color amarillo claro. Los ojos tienen mayor dimensión. Dura aproximadamente dos días, en pequeñas cavidades en el suelo el insecto permanece inactivo pero capacitado para moverse. Posee una longitud de 1.13 mm por 0.24 mm de ancho(4,35).

2.7.2.5 Adulto

El macho adulto de *Frankliniella parvula* Hood es macróptero, de color amarillo claro y presenta manchas en la parte media de los segmentos del abdomen tres y ocho. Alas muy grandes, presenta una envergadura alar promedio de 0.83 mm. Antenas

moniliformes con ocho artejos. El tamaño de la hembra es ligeramente más grande que el macho, sus colores más intensos, con una longitud promedio de 1.53 mm, aparato bucal desgarrador chupador. Las hembras adultas son más activas que los machos, e inician el periodo de oviposición inmediatamente. El ciclo de vida tiene una duración aproximada de 13 a 15 días (4,8,35).

2.8 HÁBITOS DE *F. parvula* HOOD

Los thrips, en especial los de la flor del banano, son insectos con un tamaño menor a 2 mm. Los especímenes adultos y las ninfas, se sitúan tanto en la parte interior y exterior de la inflorescencia que está surgiendo de la planta, los adultos realizan su ingreso al momento en que la inflorescencia esta próxima a emerger, penetrando por la abertura de la hoja bandera al interior de la vaina. La hembra también efectúa oviposiciones en el tejido de la vaina de la hoja bandera (4,35).

Las ninfas recién eclosionadas, son blanquecinas, se dirigen a las flores y brácteas en donde consumen el tejido vegetal, adquiriendo tonalidades amarillentas o anaranjadas, también hay presencia de trips en las flores y brácteas que se van desprendiendo y en las que cuelgan de la parte inferior de la funda (4,33). Los estados de prepupa y pupa se desarrollan en el suelo, en los primeros 10 cm del suelo. Tanto en las flores como en las brácteas que caen al suelo existe la presencia de prepupas y pupas (4,38).

Estos insectos son más abundantes en plantaciones jóvenes, se debe a que la edad de la fruta es homogénea, lo que permite el incremento de sus poblaciones y por ende un mayor riesgo de daño (4,18).

2.9 HOSPEDEROS DE *Frankliniella* sp.

A más del banano y las musáceas en general, se han reportado los siguientes hospederos en Costa Rica y otras partes del mundo: Bixáceas, Mirtáceas, Esterculiáceas, Solanáceas, Convolvuláceas, Lecitidáceas, Bignoniáceas, Melastomatáceas, Musáceas, Amarantáceas, Bignoniáceas, Melastomatáceas, Cucurbitáceas, Rosáceas, Fabáceas, Liliáceas, Apiáceas, Asparagáceas y Poáceas(16,24,26). Además, se los puede hallar en malezas, especialmente en las aráceas *Xanthosoma* sp.; también en *Sonchus* sp, *Colocasia* sp., *Commelina* sp., *Borreria* sp. y otras musáceas como las heliconias (39). Esto demuestra el alto rango de hospederos respecto a la incidencia de esta especie, lo que demuestra su polifagia (40).

2.10 DAÑOS QUE CAUSA EL TRIPS DE LA FLOR DEL BANANO

El daño ocasionado por *F. parvula* Hood en el banano, es principalmente causado por la hembra adulta al realizar la oviposición en el tejido de los dedos jóvenes incrustando el huevo de forma superficial, el resultado son pequeñas lesiones que se observan a simple vista, tienen la forma de puntuaciones que se encuentran en relieve, sensibles al tacto, de color café oscuro, que posteriormente adquieren una tonalidad negruzca. Estas puntuaciones se definieron como puntos de postura(4,32).

Los ataques del trips de la flor inician desde muy temprano, al momento en que la planta esta próxima a florecer, los adultos ya se encuentran en el interior, se debe al tamaño diminuto que tienen, ingresan por la hendidura de la vaina de la hoja bandera y posteriormente logran introducirse en la inflorescencia que se encuentra a punto de

brotar, su ingreso se efectúa hasta el momento en que los dedos se separan del eje floral(4,32,35).

2.11 CONTROL DEL TRIPS

El control de trips en el cultivo de banano se lo realiza con el enfunde del racimo en el cultivo de banano genera grandes beneficios al agricultor, al proteger el fruto con una funda de polietileno tratada químicamente y perforada; con dimensiones convenientes, protegiendo la fruta del ataque de trips y demás plagas, se ha logrado mejores resultados con el enfunde temprano y con la aplicación y con la aplicación de insecticidas en la inflorescencia(4). Para especies de *Frankliniella* sp se recomienda mantener el terreno libre de malezas, ya que sirven de refugio como hospederas alternantes de los trips. La limpieza de malezas en el suelo, puede ayudar a eliminar las pupas de los trips, al exponerlas al efecto de los rayos del sol, el viento o las temperaturas elevadas, lo que ocasiona su desecación y muerte(41).

2.12 MÉTODOS DE MONITOREO PARA TRIPS

De manera general, podríamos decir que no se posee un método de muestreo que compense todos nuestros requerimientos, por tanto, la selección del propio será constantemente una responsabilidad entre el tiempo, los medios disponibles y la finalidad de la investigación a realizar (42). Para todos esos requerimientos se cuenta con las siguientes técnicas de monitoreo:

2.12.1 Observación visual directa

El investigador se dedicará en el área de estudio a analizar el hábitat del insecto, el muestreo de observación directa es una de las técnicas más rápidas, consiste en el conteo de los trips visualmente y por esto una de las más utilizadas al momento de establecer procedimientos de muestreo en los cultivos para el rastreo y manejo de los trips. Las particularidades de la especie aumentan la dificultad de este tipo de muestro y un elevado porcentaje de individuos puede pasar por alto, como son las ninfas, por su tonalidad clara y sus pequeñas medidas, características que se realzan al variar la morfología del órgano de la planta que se muestrea. Esta técnica es usualmente menos de 100 % eficaz para realizar el conteo de los insectos presentes (42,43).

2.12.2 Extracción con embudo de berlese

El embudo Berlese aporta una mayor eficiencia en la extracción de adultos y ninfas de trips de los órganos de las plantas, es uno de los métodos mayormente usados al hacer estimaciones absolutas de poblaciones de trips. También se puede extraer con eficiencia del 92-96 % a ninfas y adultos (19,44,45). El efecto del calor y la luz fuerza a los trips a salir, para poderlos recoger en un envase con una solución para su conservación (46).

Al emplearse el embudo de trementina y la posterior extracción con embudo de Berlese con luz artificial, la eficiencia de extracción es del 100 % para adultos de trips en flores de fresa. El muestreo y la posterior extracción con embudo Berlese, y el muestreo por lavado, son costosos y lentos, esto se debe al tiempo que necesitamos para procesar las muestras y contar los trips (42,44).

2.12.3 Trampas cromotrópicas

Las trampas adherentes son de diferentes colores, se las utiliza para el muestreo de poblaciones de trips, son una buena opción de uso, para decidir si necesitamos emplear medidas para controlar plagas en un determinado cultivo. Las de color azul son las más usadas para el estudio de poblaciones de trips del género *Frankliniella* sp. en el cultivo de banano, por su color tiene la capacidad de atraer más insectos(47).

2.12.4 Trampas con feromonas

La captura intensiva de insectos con las trampas de feromonas es una solución viable que podemos usar en conjunto con los demás métodos vigentes. El trips de las flores forma grupos para aparearse en lugares propensos a ser visitados por hembras, como las inflorescencias o áreas de colores llamativos. Los adultos también son cautivados por lugares con atracción química, los machos segregan una feromona de agregación: nerilo (S)-2-metilbutanoato, que atrae a machos y hembras. La feromona ha elevado las capturas de las trampas entre el 20 % y el 300 % en el cultivo protegido de pimiento (48–51).

2.13 CULTIVO DE BANANO EN EL ECUADOR (*Musa* spp)

El Ecuador es uno de los principales exportadores de banano. La actividad crea divisas y fuentes de trabajo para las personas que son directa e indirectamente vinculadas en el proceso de exportación de la fruta (52). Las zonas productivas en el país están en la costa y son las provincias del Guayas, Los Ríos y El Oro; sin embargo, la variación de la producción y la calidad de la fruta se produce porque, por ejemplo en El Oro, algunas veces no cumplen con las normas técnicas, en relación con las fincas existentes en las demás provincias (53).

2.14 CULTIVO DE BANANO ORGANICO

El comercio de productos orgánicos experimentó un incremento exponencial en el mundo en los últimos 20 años. Provocado especialmente por tres factores: aumento de oferta y demanda, sobreprecio de los productos orgánicos en los países industriales y mejoras de diferentes sistemas regulatorios. El incremento de la demanda se debe esencialmente a que el mundo ha recapacitado sobre el quebranto del medio ambiente, a la disminución de la biodiversidad, los problemas en la salud y al mal sistema comercial de productos elementales. Esto ha forjado espacios en el mercado para productos como el banano producido por medio de técnicas orgánicas y certificados bajo normas internacionalmente acreditadas (54).

En el 2001, el banano orgánico represento el 0.1% de la producción total de banano en el mundo. La progresiva saturación de los mercados para el banano orgánico ha generado una disminución de los sobreprecios en los productos (54).

La producción de banano orgánico en la Provincia de El Oro ha prosperado desde hace casi diez años, en plantaciones libres del uso de agroquímicos o de la transición de cultivos de banano convencional. En la actualidad existe un gran interés en la agricultura orgánica, productores, empresarios y las multinacionales se han involucrado en la producción de banano orgánico (1,54). La mayoría del banano orgánico

certificado en la Provincia de El Oro, pertenece a pequeñas, medianas y grandes plantaciones (1,55).

3.

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 MATERIALES

3.1.1 Localización del ensayo

La investigación se realizó en la finca bananera “La Sabana” de producción orgánica ubicada en la parroquia La Peaña del cantón Pasaje, Provincia de El Oro.

3.1.2 Ubicación geográfica

Se encuentra ubicada dentro de las siguientes coordenadas geográficas:

UTM: X: 9631595 Y: 626459

Altitud: 14 m snm

3.1.3 Características de la zona

Según la clasificación de zonas ecológicas de Holdridge, el sitio del ensayo corresponde a un Bosque muy seco Tropical (Bms-T), con una temperatura media anual de 23,7 °C, una humedad relativa de 87,2 %, y una precipitación anual de 691.7 mm (56).

Topografía débil plano o casi plano, con un rango de pendiente del 0 al 5 % y una textura moderadamente gruesa, donde se destaca el desarrollo agrícola y suelos fértiles.

3.1.4 Materiales de campo

- Fundas plásticas
- Ligas de caucho
- Toallas absorbentes
- Lupa 10x
- Libreta de Campo
- Curvo
- Saquillos
- Garrucha
- Cámara digital
- Odómetro o Rueda medidora
- Termohigrometro KT 907

3.1.5 Materiales de laboratorio

- Microscopio Matic BA 310
- Papel filtro
- Alfileres

- Pincel
- Caja petri
- Agua destilada
- Portaobjetos
- Cubreobjetos
- Hidróxido de Sodio al 10 %
- Alcohol 95 %
- Aceite de clavo de Olor
- Bálsamo de Canadá.
- Frascos
- Papel Filtro
- Crisol porcelana

3.1.6 Área experimental

El área a estudiarse se estableció en tres lotes de la finca La Sabana que totalizó una superficie de 11,3 ha, la selección de los lotes se la realizó con el criterio de separarlos en tres partes aproximadamente iguales, lote uno con un área de 4,1 ha y cercana al río Motuche, lote dos con 3,5 ha que presenta similares características de los lotes uno y tres y el lote tres con 3,7 ha, ubicado junto al canal de drenaje primario.

3.1.7 Variable analizada

En el monitoreo de *Frankliniella* sp. Hood se tomó como variable de estudio (explicativa) al número de individuos adultos y ninfas del insecto.

3.1.8 Descripción de la variable estudiada

Los individuos (trips en estado adulto y ninfas) que se registraron en la investigación fueron contabilizados de las inflorescencias de dos semanas después de la parición del racimo.

3.1.9 Datos de la finca La Sabana

La variedad de banano sembrada dentro de la finca es Cavendish, el cultivo tiene una edad de 18 meses y se encuentra en producción; una densidad de siembra de alrededor 1600 plantas/ha, y riego subfoliar. Dentro de las labores culturales el deshoje y el control mecánico de malezas se encontraban retrasados durante el tiempo que duro el muestreo, la selección de hijos era incorrecta.

3.2 MÉTODOS

3.2.1 Metodología

En el área objeto de estudio, se realizó dos muestreos:

Muestreo preliminar: Para llevar a cabo la investigación se seleccionó una bananera de producción orgánica. En esta área elegida para la investigación, se procedió a realizar un muestreo preliminar (57) para determinar los parámetros estadísticos media(\bar{x}), varianza (S^2) y desviación estándar(S), que posteriormente servirían para determinar la distribución espacial de la plaga y el número de muestras a tomar para cumplir con los requisitos de la investigación. El muestreo preliminar consistió en tomar 15 muestras al azar dentro de la bananera, siguiendo las técnicas de contabilización de individuos descritas más adelante.

Muestreo de individuos: Conociendo la distribución espacial que en este caso fue de tipo agregada, se procedió a dividir el área de estudio en tres lotes. En cada uno se registró y colectó 125 muestras, este proceso de colección fue al azar planificado donde se seleccionó plantas de edades similares. Los individuos (ninfas y adultos) fueron contabilizados usando el método de observación visual directa (42) en las inflorescencia cortadas a la segunda semana de enfunde. Las muestras colectadas fueron cubiertas con papel absorbente en la parte donde se cortó la inflorescencia, para evitar que el látex se derrame y complique el conteo, se las colocó en una funda plástica, para ser llevadas a la empacadora y poder realizar el conteo de los individuos de *Frankliniella* sp.

3.2.2 Proceso de colección de datos en la investigación

Para medir los datos de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), humedad relativa (%) se usó un termohigrometro, tomamos los datos a las 7:00 am, 8:00 am y 9:00 am al momento que se estaban colectando las muestras, los datos fueron tomados cada día, durante el tiempo que duro el muestreo (22).

3.2.3 Número de muestras a tomar

El número de muestras a tomar depende básicamente del grado de precisión deseado. Para determinar el número de muestras a tomar en la presente investigación se utilizó la siguiente ecuación (57):

$$n = \left(\frac{s}{E\bar{x}} \right)^2 \quad (1)$$

De donde:

n = Número de muestras requerido para un nivel específico de precisión.

S = La desviación estándar de muestreo preliminar.

\bar{x} = La media de las muestras preliminares.

E = El error estándar, predeterminado, (0.10)

3.2.4 Diseño estadístico

Los datos de los diferentes lotes fueron procesados en una hoja de cálculo de Excel, para determinar la estadística descriptiva donde se determinaron tendencias centrales

(mediana y media), y la variabilidad expresada por la varianza, desviación estándar y coeficiente de variación.

Para demostrar la homogeneidad de los resultados obtenidos por el conteo de individuos en los tres lotes, se empleó un ANOVA, y también se utilizó pruebas paramétricas y no paramétricas.

Fue una investigación de carácter teórica descriptiva, con una técnica exploratoria en la cual, las variables fueron de tipo continuas y discretas, para luego ser procesadas en el programa estadístico Matlab R2014b (58).

3.2.5 Montaje de thrips

El montaje de thrips sirvió para confirmar si el espécimen de monitoreo pertenece a la especie *Frankliniella* sp. Hood, para la identificación se usó la clave ilustrada para los géneros de Thysanoptera y especies de *Frankliniella* descrita por Soto y Retana (59).

La colección de los especímenes se la realizó en dos inflorescencias de una edad de dos semanas a la parición, tomadas en el área de estudio de la presente investigación. Una vez colectados los insectos, fueron pasados a un frasco de vidrio conteniendo una solución de AGA 9:1:1, alcohol etílico de 80 %, glicerina y ácido acético, respectivamente para su preservación temporal. Al frasco se le asignó un código y se anotó los datos de fecha de colecta, localidad y cultivo en una libreta de campo. Los especímenes fueron colocados en una solución de NaOH al 10 % durante 60 minutos. Posteriormente fueron tratados con un gradiente de alcoholes de 70 a 100 %. Finalmente, fueron colocados en aceite de clavo de olor durante 60 minutos y montados luego en láminas fijas, utilizando Bálsamo de Canadá, para ser visualizados en el microscopio (5).

¹ Fórmula descrita por Southwood para determinar el número de muestras

4.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 MUESTREO PRELIMINAR

4.1.1 Distribución espacial de la plaga

Tabla 1. Muestreo preliminar de *Frankliniella* sp. en la finca La Sabana, 2015

Muestra	X
1	36
2	22
3	41
4	16
5	44
6	67
7	33
8	13
9	8
10	44
11	18
12	36
13	204
14	31
15	21
Total	634
\bar{x}	42.3
S^2	2231.5
S	47.24

Los resultados obtenidos en el muestreo preliminar se muestran en la Tabla 1 la que demuestra que de las 15 plantas muestreadas el número de individuos (adultos y ninfas) tuvo un rango que varió de 8 a 204 especímenes por inflorescencia, con una media (\bar{x}) de 42.3, por lo que se puede inferir que *Frankliniella* sp., en la plantación bananera estudiada tiene una distribución espacial (agregada), cuya media resulta ser muy inferior a la varianza (S^2), que en este caso fue 2231.5. El comportamiento de tipo agregado en las poblaciones de trips se podría atribuir a la variabilidad de las condiciones de habitabilidad del área en estudio, concordando con la distribución de las poblaciones de trips del género *Frankliniella* y *Scirtothrips* en el cultivo de aguacate (60). Las condiciones de habitabilidad a las cuales se ha hecho referencia se pueden atribuir a las diferencias que hay en los diferentes sitios de estudio con relación a la humedad del suelo, lo que a su vez determina una amplia variación de especies vegetales (malezas) que prefieren como hospederos la especie de trips estudiada.

4.1.2 Estadísticos de muestreo y número de muestras tomadas

La estimación estadística de la variabilidad en el estudio de los trips para determinar el número de muestras a tomar se visualizan en la Tabla 2.

Tabla 2. Estadísticos de muestreo y número de muestras calculadas, en banano, 2015

Estadísticos de muestreo	
Media(\bar{x})	42.3
Varianza(S^2)	2231.5
Desviación estándar(S)	47.24
Error(E)	0.1
Número de muestras(n)	n=124.89 n=125

Según la Tabla 2 los estadísticos de muestreo como la media (\bar{x}) llegó a 42.3, la varianza (S^2) de 2231.5, la desviación estándar(S) de 47.24 y el Error (E) establecido en 0.1, valores que fueron determinados en el total de (n) muestras: 125, aplicando para este cálculo la fórmula descrita por Southwood (57) recomendada habitualmente en estudios de poblaciones de insectos, en este caso poblaciones de *Frankliniella* sp. en banano. El tamaño de muestra o número de unidades de muestreo a tomar para determinar las poblaciones de especies del género *Frankliniella* sp. en las flores de fresa también es calculado a partir de la expresión de la varianza (S^2)(61).

4.2 MONITOREO DE INDIVIDUOS EN LA FINCA LA SABANA

El Gráfico 1 demuestra los resultados del monitoreo de *Frankliniella* sp. dentro de la finca La Sabana.

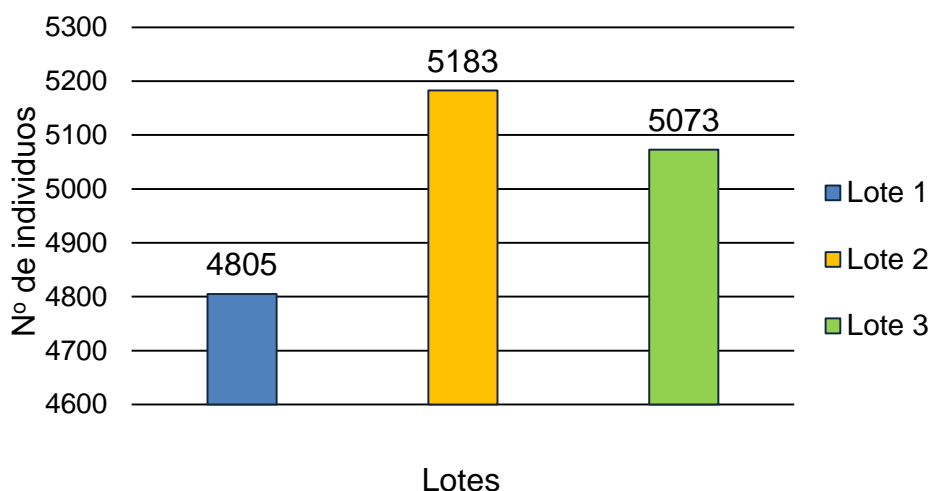


Gráfico 1. Número de individuos de *Frankliniella* sp. por lote en la finca La Sabana, 2015

El Gráfico 1 demuestra el total de trips encontrados por medio del monitoreo de observación visual directa en las 125 muestras y para cada uno de los tres lotes de la finca La Sabana. El mayor número de individuos se observó en el lote dos con 5183 especímenes; en tanto, que la menor cantidad de trips la tuvo el lote uno con 4805, el lote tres presentó un valor intermedio equivalente a 5073, próximo a la observación del lote dos, lo que concuerda con los estudios realizados en hortalizas en especies del género *Frankliniella* que mostraron un número elevados de individuos, donde se logra mantener niveles poblacionales consistentes, lo que posiblemente se deba a que los trips son polípagos y tienen un amplio rango de hospederos(16), o por su éxito reproductivo. Este mismo género ha sido encontrado en grandes cantidades asociada a mango (24).

Frankliniella sp. es más abundante en plantaciones jóvenes de banano, esto se debe a que la edad de la fruta es homogénea, lo que permite el incremento de sus poblaciones y por ende un mayor riesgo de daño(4), la finca La Sabana al ser una plantación joven de un año y medio y actualmente en producción pudo ser más susceptible a la invasión de los thrips.

Tabla 3. Sumatoria, media (\bar{x}) y variabilidad de individuos de *Frankliniella* sp., en la finca La Sabana, 2015

Lote	Número de individuos por lote						
	$\sum X$	Media(\bar{x})	Varianza(S^2)	Desviación estándar(S)	CV%	Máximo	Mínimo
1	4805	38.4	429.73	20.73	53.94%	106	4
2	5183	41.5	707.56	26.60	64.14%	142	4
3	5073	40.6	918.09	30.30	74.65%	240	3

En la Tabla 3 se presenta los estadísticos correspondientes a la variable estudiada en cada uno de los lotes donde el número de individuos fluctúa de 3 a 240, lo que está en relación al número de individuos de *Frankliniella occidentalis* reportados en la flor de girasol *Helianthus annuus* en que se registran valores entre 11.6 y 48 individuos, y de 24.4 a 47.53 individuos en la flor de fresa (*Fragaria xananassa*) (62) que registra una menor población.

Lo encontrado en el monitoreo de trips presentado en el Gráfico 1. y en la Tabla 3 coinciden con los valores encontrados en el muestreo preliminar en donde también se encontró una media (\bar{x}) de 42.27 y una varianza (S^2) de 2231.5 lo que a su vez determina que considerando toda la plantación existe una distribución espacial agregada, lo también ocurre al dividir el área en estudio en lotes, puesto que dentro de cada lote la distribución también es agregada.

Adicionalmente al monitoreo de las poblaciones de thrips, se registraron datos de temperatura (°C) y humedad relativa (%).

Tabla 4. Medición de temperatura (°C), media (\bar{x}) y variabilidad en los tres lotes de la finca La Sabana, 2015

Lote	Temperatura °C					
	Media(\bar{x})	Varianza(S^2)	Desviación estándar(S)	CV%	Máximo	Mínimo
1	24.1	0.26	0.51	2.10%	24.8	23.5
2	24.1	0.35	0.59	2.45%	24.6	23.0
3	24.2	0.92	0.96	3.97%	25.1	22.5

Las temperaturas registradas en esta investigación durante el tiempo de estudio tuvieron una mínima variación, lo que se visualiza en la Tabla 4 fluctuando de 24.1 a 24.2 dentro de los tres lotes, con un coeficiente de variación (CV%) de 3.97 en el lote tres, lo que demuestra que ésta no tuvo una respuesta positiva en las poblaciones de *Frankliniella* sp.; sin embargo, en estudios de las poblaciones *Neohydatothrips signifer* en el cultivo de maracuyá se observó claramente que el incremento de la temperatura tuvo una respuesta positiva en las poblaciones del trips(22) lo que se expresa en un mayor número de individuos. La incidencia que ejerce la temperatura sobre los insectos, en forma general se debe a que estos son poiquiloterms, de sangre fría y por eso cuando la temperatura ambiental baja, su temperatura corporal también lo hace y sus procesos fisiológicos se reducen (5), es decir necesitan temperaturas más elevadas para que sus poblaciones se incrementen.

Tabla 5. Medición de humedad relativa (%), media (\bar{x}) y variabilidad en los tres lotes de la finca La Sabana, 2015

Lote	Humedad relativa %					
	Media(\bar{x})	Varianza(S^2)	Desviación estándar(S)	CV%	Máximo	Mínimo
1	73.4	1.14	1.07	1.45%	74.7	72.0
2	72.7	1.23	1.11	1.52%	74.3	71.3
3	72.5	6.25	2.50	3.45%	77.0	69.3

La humedad relativa (%) según la Tabla 5, también se mantuvo en rangos de poca variación. Para los diferentes lotes, con una media (\bar{x}) de 72.5 en el tres y 73.4, en el lote uno con un coeficiente de variación (CV%) de 3.45 % y 1.45 % respectivamente. Estos resultados también concuerdan con estudios realizados en las poblaciones de trips del género *Frankliniella* en cultivares de aguacate, donde no se encontró relación entre la temperatura (media) y humedad relativa, (63).

Como se puede observar estos factores climáticos de temperatura (°C) y humedad relativa (%) variaron muy poco para los diferentes lotes, siendo determinantes en la variabilidad de las poblaciones del organismo estudiado.

4.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Tabla 6. Análisis de varianza (ANOVA) de los tres lotes de estudio en la finca bananera La Sabana, 2015

Source	Sum Sq.	d.f.	Mean Sq.	F	Prob>F
X1	604.8	2	302.41	0.44	0.6435
Error	254844.3	372	685.07		
Total	255449.1	374			

En la Tabla 6 los resultados de la prueba estadística ANOVA, determinan que no existe diferencia significativa, entre los tres lotes evaluados, lo que nos lleva a pensar que la técnica de muestreo utilizada fue capaz de diagnosticar la población de trips en tres grupos homogéneos, manteniendo la homocedasticidad.

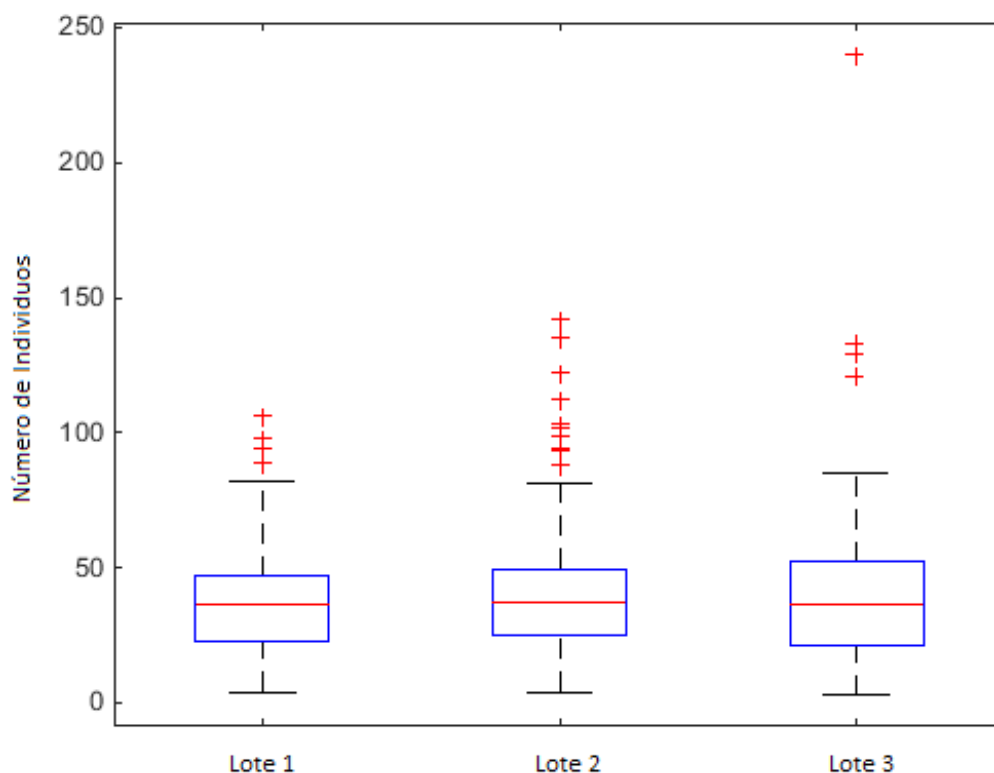


Gráfico 2. Diagrama de caja de la población de trips en los tres lotes estudiados en la finca La Sabana, 2015

Como se puede observar en el Gráfico 2 la distribución de datos de los lotes presentan medianas similares (36,37 y 35 respectivamente) y pocos outliers por encima de los valores máximos, podemos interpretar que la técnica de diagnóstico de población de trips generó resultados similares homogéneos, existen focos de infestación en donde se ubican los outliers, es decir, inflorescencias con un mayor número de individuos de *Frankliniella* sp. demostrando el tipo de distribución agregada que tiene la plaga ya que el área de estudio presenta condiciones altas, medias y bajas de habitabilidad,

concordando con resultados de distribución espacial determinado para otras especies de trips.

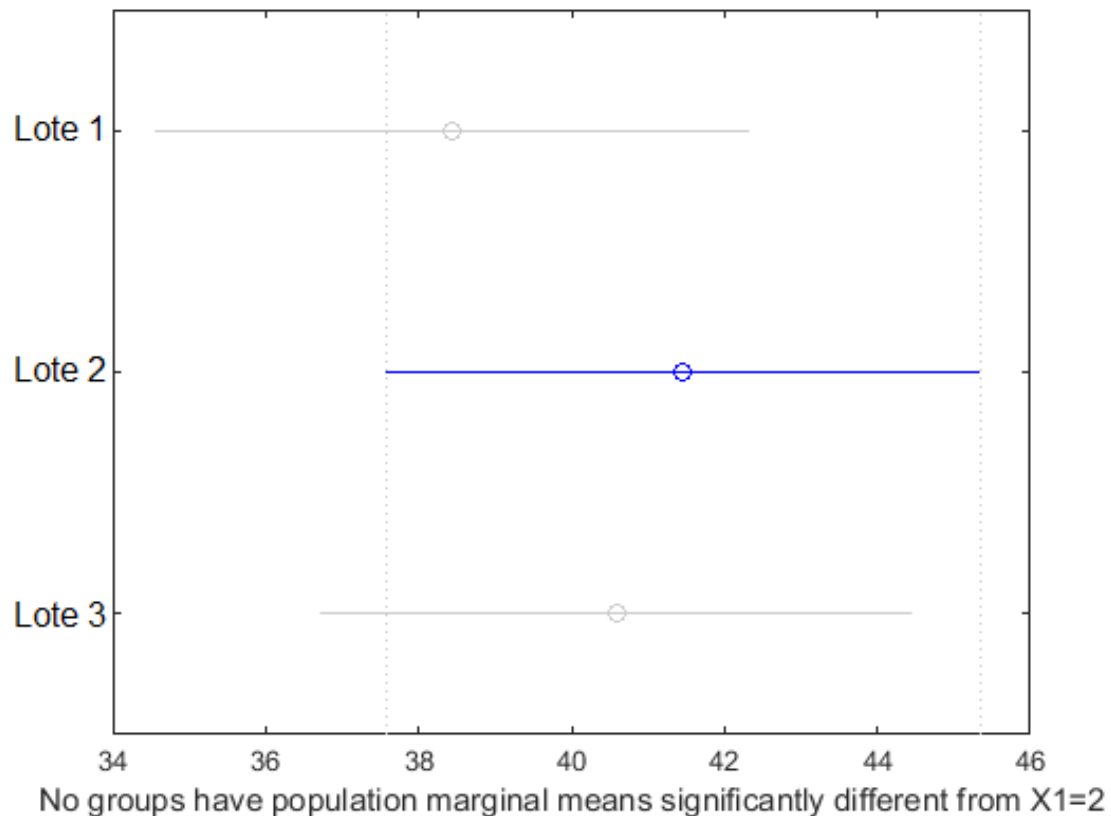


Gráfico 3. Comparación múltiple de los tres lotes, con una prueba de Tukey HSD AL 95%, 2015

En el Gráfico 4 se puede observar una prueba Tukey HSD con 95 % de intervalo de confianza la que indica que las medias de los tres lotes no difieren significativamente. Siendo el lote dos el que presenta la mayor cantidad de individuos con un promedio de 41.5. que mediante la prueba de Tukey se determinó que los rangos poblacionales de las medias están entre 38 y 45 individuos.

4.4 IDENTIFICACIÓN DEL TRIPS *Frankliniella* sp.

Los especímenes colectados en la finca La Sabana, fueron procesados en el laboratorio, siguiendo las técnicas descritas en la metodología, para su identificación y clasificación a nivel de especie, para lo que se utilizó las claves de identificación para trips descritas por Soto y Retana(59), fundamentadas en las características taxonómicas representativas de los adultos machos y hembras.

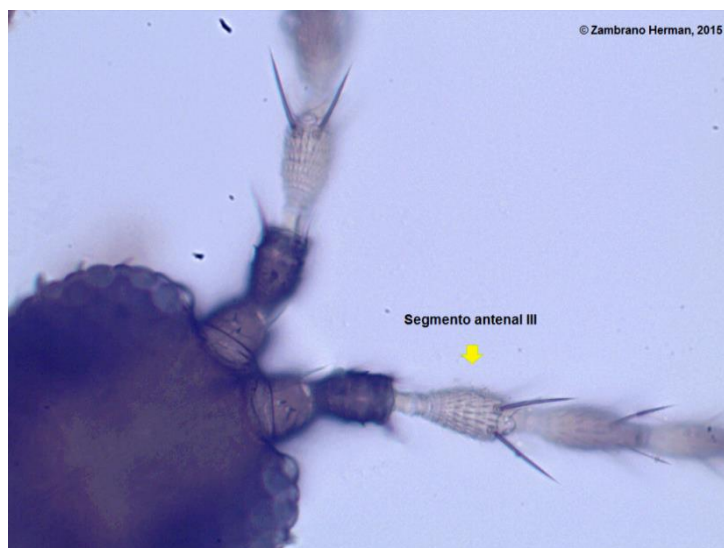


Gráfico 4. Antena de *F. parvula*, ♀, segmento antenal III muy largo y conos sensoriales bifurcados (40x), 2015

La especie *parvula*, se diferencia de las otras especies del género *Frankliniella*, por presentar la base del segmento antenal III (Gráfico 6) muy larga con una longitud que es el doble del diámetro del borde sub-basal (59).



Gráfico 5. Hembra adulta de *Frankliniella parvula* Hood (4x), 2015

De los especímenes colectados y debidamente montados se midió una hembra adulta de *F. parvula* Hood (Gráfico 7), presentando una longitud de 1.01 mm.



Gráfico 6. Ovipositor aserrado de *F. parvula*, ♀, característica típica del suborden Terebrantia (10x), 2015

En el Gráfico 8 se observa la sección terminal del abdomen de una hembra de trips de la flor del banano, donde sobresale el ovipositor desarrollado, con el cual coloca los huevos dentro de los tejidos jóvenes de la inflorescencia del banano(18).

Las características taxonómicas de los adultos hembras, colectados en la finca La Sabana y utilizados en el montaje indican que la especie en estudio es *Frankliniella parvula* Hood (Thysanoptera: Thripidae), también colectada en la parroquia Barbones, Cantón El Guabo (4).

5.

CONCLUSIONES

1. Las poblaciones de *Frankliniella* sp., tienen una amplia variabilidad que guarda relación con la distribución espacial, lo que determina que para realizar un monitoreo adecuado se debe dividir al área de estudio en lotes en función de las condiciones ecológicas y de habitabilidad.
2. Los thrips, pueden muestrearse para determinar sus poblaciones, considerando estadísticos de estudios preliminares que determinen la distribución espacial de la plaga en el área de estudio.
3. Se identificó la especie por medio de las claves de identificación descritas por Soto y Retana, determinando que la plaga en estudio, corresponde a *Frankliniella parvula* Hood.
4. El lote con el mayor número de individuos (adultos y ninfas) de *Frankliniella* sp. fue el lote dos con un total de 5183 trips y un promedio 41.5 especímenes por inflorescencia.

6.

RECOMENDACIONES

- Estudiar la correlación que existe de las poblaciones de *Frankliniella parvula* entre los factores ecológicos (temperatura, humedad relativa e intensidad luminosa).
- Realizar estudios que determinen la relación entre las poblaciones de trips y el índice de daño en la fruta.
- Para monitorear poblaciones de *Frankliniella* sp. se debe elegir las inflorescencias por ser el lugar donde los trips (adultos y ninfas) se refugian en mayor proporción en la planta.
- El muestreo debe realizarse haciendo coincidir con la fecha de eliminación de la inflorescencia, con el propósito de reducir el tiempo y los recursos.

7.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ramón J. Análisis del impacto socio económico causado en la provincia de El Oro por la producción y exportación del banano orgánico a la unión Europea, en el período 2003-2007. Universidad Tecnica Particular de Loja; 2010.
2. Arias E. Estudio financiero para la producción de banano (*Musa sapientum*), en Pueblo Viejo , Los Ríos, Ecuador. Escuela Agrícola Panamericana,Zamorano; 2014.
3. Villamar L. Transición de la Producción Cacaotera a la Bananera en el Cantón Vinces. Universidad de Guayaquil; 2011.
4. Gallardo D. Ciclo biológico, daños que causa, hábitos e identificación del trips de las flores (*Frankliniella* sp.) del banano en condiciones de laboratorio. Universidad Técnica de Machala; 2006.
5. Triplehorn CA, Johnson NF. Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects. 7th Editio. Brooks Cole; 2005. 888 p.
6. Brugnoli H. Plagas forestales : zoofitófagos que atacan las principales especies forestales naturales y cultivadas en la República Argentina. 1era Edici. Hemisferio Sur; 1980. 216 p.
7. Morse JG, Hoddle MS. Invasion biology of thrips. *Annu Rev Entomol.* 2006;51:67–89.
8. Retana-salazar AP, Rodríguez-Arrieta JA. Descripción suplementaria de *Frankliniella parvula* Hood 1925 y descripción del estado larval II (*Thysanoptera* : *Thripidae*). *Rev gaditana Entomol.* 2015;6(1):1–13.
9. Pujota A. Sistematización del manejo integrado de *Frankliniella occidentalis*, en el cultivo de rosas bajo invernadero en el sector de Tabacundo, Cantón Pedro Moncayo Provincia de Pichincha. Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito; 2013.
10. Ross HH. Introducción a la Entomología general y aplicada. 4ta ed. Barcelona: Omega S.A.; 1978. 536 p.
11. Goldarazena A. Contribución al conocimiento de la Fauna del Orden *Thysanoptera* (Clase *Insecta* , Orden *Thysanoptera*) en Euskal Herria. Universidad de Navarra; 1996.

12. Soto-Rodríguez G a. Diversidad de Thrips (Thysanoptera) en Costa Rica. 2011;6(3):34–43.
13. Bonnemaison L. Enemigos animales de las plantas cultivadas y forestales. 1era Edici. Oikos-Tau; 1975. 605 p.
14. Restrepo T. Aislamiento , identificación y evaluación de hongos entomopatógenos como posibles agentes de control de trips (Thysanoptera : Thripidae) asociados a cultivos de aguacate (Persea americana Miller). Univerisdad Nacional de Colombia; 2015.
15. Cook DR. Thrips Species Composition in Louisiana Cotton and Associated Management Strategies. Louisiana State University; 2003.
16. Goldarazena A, Gattesco F, Atencio R, Korytowski C. An updated checklist of the Thysanoptera of Panama with comments on host associations. Check List. 2012;8(6):1232–47.
17. Goldarazena A, Mound L, Jordana R. Introduction to the knowledge to the thrips fauna of Navarre (Insecta Thysanoptera), with their host-plants and distribution, Suborden Tubulifera. 1998;43–54.
18. Childers C, Achor D. Thrips feeding and oviposition injuries to economic plants, subsequent damage and host responses to infestation. In: Thrips Biology and Management. New York: Springer Science+Business Media; 1995. p. 31–51.
19. Lewis T. Thrips: Their Biology, Ecology and Economic Importance. London: Academic Press Inc.; 1973. 349 p.
20. Bournier A. Les thrips : biologie, importance agronomique. Paris: Institut national de la recherche agronomique; 1983. 128 p.
21. Amaya OS. Determinación del nivel de daño económico y la fluctuación poblacional de Neohydatothrips sp (Thysanoptera: Thripidae) en maracuyá (Passiflora edulis degener) var. flavicarpa en el Municipio de Suaza (Huila)). Universidad Nacional de Colombia; 2010.
22. Mound L, Heming B, Palmer J. Phylogenetic relationships between the families of recent Thysanoptera (Insecta). Zool J Linn Soc. 1980;69(2):111–41.
23. Soto-Rodríguez G, Retana-Salazar A, Sanabria-Ujueta C. Fluctuación poblacional y ecología de las especies de Thysanoptera asociadas a hortalizas en. Métodos en Ecol y Sist. 2015;4(July):10–28.

24. Johansen R. Los tisanópteros o thrips, insectos del microcosmos. *Cienc Desarro.* 1996;22(131):62–6.
25. Mound L, Marullo R. The Thrips of Central and South America: An Introduction. *Mem Entomol Int.* 1996;6:488.
26. Moritz G, Mound L, Morris D, Goldarazena A. Pest thrips of the world. An identification and information system using molecular and microscopical methods. CSIRO. Co- llingwood; 2004. p. CD – ROM.
27. Memmott J, Fowler S, Hill R. The effect of release size on the probability of establishment on biological control agents: gorse thrips (*Sericothrips staphylinus*) released against gorse (*Ulex europaeus*) in New Zealand *Tech. Biocontrol Sci Tech.* 1998;8(10):3–15.
28. Heger T, Trepl L. Predicting biological invasions. *Biol Inv.* 2003;5(3):13–21.
29. Norris R, Memmott J, Lovell D. The effect of rainfall on the survivorship of a biocontrol agent. *J Appl Ecol.* 2002;39(2):26–34.
30. Vera T. Identificación , biología , comportamiento y hospederos del trips de la mancha roja en banano (*Musa AAA*). Universidad de Guayaquil; 2013.
31. Eugene Ostmark H. Economic insect pests of bananas. *Annu Rev Entomol.* 1974;19:161–76.
32. Hood JD. New Neotropical Thysanoptera collected by C. B. Williams. *Psyche (Stuttg).* 1925;48–69.
33. Mound L, Retana A, du Heaume G. Claves ilustradas para las familias y los géneros de Terebrantia (Insecta:Thysanoptera) de Costa Rica y Panamá. *Rev Biol Trop.* 1993;41(3):709–27.
34. Harrison JO. Notes on the Biology of the Banana Flower Thrips, *Frankliniella parvula*, in the Dominican Republic (Thysanoptera: Thripidae). *Ann Entomol Soc Am.* 1963;56(5):664–6.
35. Eliyahu D, Mccall AC, Lauck M, Trakhtenbrot A, Bronstein JL. Minute Pollinators : The Role of Thrips (Thysanoptera) As Pollinators of Pointleaf Manzanita , *Arctostaphylos Pungens* (Ericaceae). *J Pollinat Ecol.* 2015;16(10):64–71.
36. Tommasini MG. Evaluation of Orius species for biological control of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera : Thripidae). Wageningen University;

2003.

37. Kuniyoshi C. Plant-herbivore interaction of ethylene- insensitive petunias and western flower thrips *Frankliniella occidentalis* (Pergande). The Ohio Stste University; 2013.
38. Ortiz M. Contribución al conocimiento de los Thysanoptera (Insecta) de Lima. Rev Peru Entomol. 1972;15(1):83–91.
39. Surís M, González C. Especies de trips asociadas a hospedantes de interés en las provincias habaneras. I. Plantas ornamentales. Rev Protección Veg. 2008;23(2):80–4.
40. Jiménez RP. Plagas y enfermedades que limitan la producción del aguacate y su control en el estado de Michoacán Revista No. 10. Uruapan, Mich. México.UCAIM. 1987;10.
41. Sanchez J., Lacasa A, Gutierrez L, Contreras J. Comparación de procedimientos de muestreo de *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thys: Thripidae) y *Orius* spp. Wolff (Hemip: Anthocoridae) en pimiento. Bol San Veg Plagas. 1998;24(1992):183–92.
42. Barfield C. El muestreo en el Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura : estado actual y futuro. In: Andrews K, Quezada J, editors. Manejo integrado de plagas . Dpto. Protección Vegetal. Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano, Honduras; 1989. p. 46–67.
43. González-Zamora JE. Control biológico de las plagas del fresón, trips *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) y araña roja *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). Universidad Politécnica de Valencia; 1993.
44. García A, González D, Leigh TF. Three methods for sampling arthropod numbers on California cotton. Environ Entomol. 1982;11(3):565–72.
45. González Zamora J, García-Marí F, Benages E, Orenge S. Control biológico del trips *Frankliniella occidentalis* (Pergande) en fresón. Boletín Sanid Veg y Plagas. 1992;18:265–88.
46. Milanez JM, Harri Hinz R, Liechtemberg L, da Silva C. Influencia de diferentes colores de trampas en la captura de adultos de *Frankliniella brevicaulis* (Thysanoptera:Thripidae) en banano. In: XIX Reunión Internacional Acobat. Medellin; 2010. p. 200–2.

47. Hamilton JG., Hall D., Kirk WD. Identification of a maleproduced aggregation pheromone in the western flower thrips *Frankliniella occidentalis*. *J Chem Ecol.* 2005;31:1369–79.
48. Sampson C. Uso de feromonas de agregación de *Frankliniella occidentalis* para monitoreo y captura masiva. 2013;6.
49. Sampson C, Hamilton JG., Kirk WD. The effect of trap colour and aggregation pheromone on trap catch of *Frankliniella occidentalis* and associated predators in protected pepper in Spain. *IOBC/WPRS.* 2012;80:313–8.
50. Covaci A., Oltean I, Pop A. Evaluation of pheromone lure as mass-trapping tools for western flower thrips. *UASVM Agric.* 2012;69:333–4.
51. Coello M, Moreira C, Olivo Z, Martínez W. Cadena Logística de Exportación de Banano del Ecuador. *CICYT.* 2006;(1):8.
52. Alaña M. La producción de banano en la provincia de El Oro 2009- 2010. Universidad de Guayaquil; 2011.
53. Hinojosa V, Stoian D, Somarriba E. Los volúmenes de negocios y las tendencias de precios en los mercados internacionales de cacao (*Theobroma cacao*) y banano orgánico (*Musa AAA*). *Agroforestería las Américas.* 2003;10(37):37–8.
54. Aguilar L, Blancas E, Yulán N. Proyecto de inversión para el desarrollo de la producción de banano orgánico ecuatoriano y su exportación a Hamburgo-Alemania. Escuela Superior Politécnica Del Litoral; 2012.
55. Cañadas Cruz L. Mapa bioclimatico del Ecuador. Quito: Banco Central del Ecuador; 1983. 64 p.
56. Southwood TRE, Henderson P a. *Ecological Methods*, Third Edition. Blackwell Science Ltd. 2000. 575 p.
57. MathWorks. *MatLab*. Natick, MA; 2014.
58. Soto G, Retana A. Clave ilustrada para los géneros de thysanoptera y especies de *Frankliniella* presentes en cuatro zonas hortícolas en Alajuela, Costa Rica. *Agron Costarric.* 2003;27(2):55–68.
59. Solares V, Ramirez J, Sánchez J. Distribución espacial de trips (Insecta: Thysanoptera) en el cultivo de aguacate (*Persea americana* Mill.). *Boletín del Mus Entomol la Univ del Val.* 2011;12(2):1–12.

60. García-Marí F, González-Zamora JE, Ribes A, Benages E, Meseguer A. Métodos de muestreo binomial y secuencial del trips de las flores *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera, Thripidae) y de antocóridos (Heteroptera, Anthocoridae) en fresón. *Boletín Sanid* 1994;20:703–23.
61. Arce-Flores J, Lopez-Martinez V, Gaona-Garcia A. Fluctuación poblacional y distribución de *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera : Thripidae) en nardo en Morelos , México. *Acta Agric y Pecu.* 2015;1(1):37–42.
62. Castañeda-González E, Johansen-Naime RMJ, Hernández- Vásquez F, Aparicio-Parra E. Fluctuación poblacional y especies de Trips en aguacate en Coatepec Harinas, Estado de México. 2000.

8.

ANEXOS

Anexo 1. Registro del N° de individuos por muestra del Lote 1 en la finca La Sabana, 2015.

Lote 1 = 4,1 Has									
Fecha									
31/8/2015		4/9/2015		9/9/2015		12/9/2015		17/9/2015	
Muestra	N° Individuos	Muestra	N° Individuos	Muestra	N° Individuos	Muestra	N° Individuos	Muestra	N° Individuos
1	45	26	12	51	31	76	37	101	30
2	17	27	22	52	17	77	40	102	38
3	69	28	41	53	39	78	18	103	19
4	76	29	65	54	25	79	31	104	51
5	40	30	47	55	28	80	48	105	43
6	34	31	18	56	19	81	27	106	16
7	20	32	44	57	23	82	76	107	68
8	14	33	36	58	26	83	30	108	98
9	37	34	41	59	39	84	22	109	25
10	36	35	35	60	52	85	45	110	36
11	14	36	32	61	77	86	52	111	47
12	4	37	54	62	47	87	13	112	31
13	31	38	21	63	31	88	16	113	26
14	37	39	29	64	14	89	24	114	28
15	59	40	44	65	40	90	36	115	31
16	25	41	39	66	46	91	55	116	13
17	61	42	45	67	89	92	12	117	44
18	33	43	73	68	17	93	60	118	106
19	38	44	16	69	14	94	26	119	19
20	74	45	33	70	36	95	33	120	26
21	8	46	40	71	47	96	78	121	74
22	34	47	49	72	94	97	39	122	50
23	22	48	38	73	81	98	17	123	10
24	54	49	68	74	40	99	41	124	16
25	10	50	31	75	21	100	82	125	44
Total	892	Total	973	Total	993	Total	958	Total	989

Anexo 2. Registro del N° de individuos por muestra del Lote 2 en la finca La Sabana, 2015.

Lote 2 = 3,5 Has									
Fecha									
2/9/2015		5/9/2015		10/9/2015		14/9/2015		18/9/2015	
Muestra	N° Individuos	Muestra	N° Individuos	Muestra	N° Individuos	Muestra	N° Individuos	Muestra	N° Individuos
1	20	26	28	51	55	76	54	101	62
2	31	27	16	52	41	77	73	102	88
3	42	28	47	53	26	78	64	103	44
4	12	29	13	54	99	79	142	104	42
5	25	30	9	55	70	80	12	105	46
6	68	31	33	56	103	81	34	106	37
7	35	32	41	57	8	82	112	107	32
8	27	33	29	58	59	83	5	108	39
9	43	34	22	59	11	84	49	109	52
10	81	35	135	60	35	85	32	110	41
11	70	36	25	61	46	86	37	111	45
12	41	37	20	62	32	87	44	112	34
13	29	38	7	63	39	88	9	113	18
14	102	39	41	64	17	89	26	114	44
15	71	40	38	65	25	90	47	115	51
16	13	41	71	66	41	91	49	116	31
17	33	42	93	67	29	92	32	117	20
18	39	43	40	68	81	93	41	118	12
19	22	44	15	69	63	94	22	119	42
20	4	45	32	70	54	95	26	120	94
21	55	46	44	71	35	96	31	121	18
22	61	47	30	72	41	97	54	122	46
23	40	48	34	73	24	98	13	123	32
24	24	49	21	74	17	99	28	124	8
25	8	50	61	75	33	100	22	125	122
Total	996	Total	945	Total	1084	Total	1058	Total	1100

Anexo 3. Registro del N° de individuos por muestra del Lote 3 en la finca La Sabana, 2015.

Lote 3 = 3,7 Has									
Fecha									
3/9/2015		7/9/2015		11/9/2015		16/9/2015		19/9/2015	
Muestra	N° Individuos	Muestra	N° Individuos	Muestra	N° Individuos	Muestra	N° Individuos	Muestra	N° Individuos
1	28	26	68	51	5	76	32	101	38
2	133	27	30	52	14	77	41	102	10
3	24	28	27	53	129	78	37	103	14
4	42	29	57	54	42	79	27	104	34
5	19	30	33	55	3	80	42	105	20
6	7	31	7	56	45	81	58	106	24
7	39	32	15	57	10	82	240	107	67
8	43	33	35	58	32	83	85	108	52
9	15	34	71	59	21	84	42	109	41
10	36	35	47	60	69	85	11	110	18
11	38	36	55	61	55	86	8	111	58
12	34	37	21	62	44	87	35	112	46
13	55	38	18	63	63	88	39	113	77
14	48	39	37	64	58	89	62	114	3
15	21	40	34	65	19	90	21	115	37
16	5	41	85	66	12	91	29	116	42
17	39	42	22	67	11	92	36	117	44
18	25	43	73	68	28	93	38	118	61
19	21	44	16	69	31	94	121	119	54
20	32	45	28	70	65	95	19	120	22
21	51	46	21	71	16	96	24	121	35
22	18	47	9	72	44	97	6	122	15
23	47	48	63	73	68	98	48	123	69
24	82	49	26	74	52	99	27	124	75
25	70	50	29	75	80	100	43	125	31
Total	972	Total	927	Total	1016	Total	1171	Total	987

Anexo 4. Registro de temperatura (°C) y humedad relativa (%) durante el muestreo en el Lote 1 en la finca La Sabana, 2015.

Lote 1			
Fecha	Hora	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)
	7:00 a. m.	22.3	74.0
31/08/2015	8:00 a. m.	23.6	72.0
	9:00 a. m.	24.5	71.0
	7:00 a. m.	22.5	72.0
04/09/2015	8:00 a. m.	24.1	73.0
	9:00 a. m.	24.3	71.0
	7:00 a. m.	23.1	75.0
09/09/2015	8:00 a. m.	24.7	76.0
	9:00 a. m.	25.8	72.0
	7:00 a. m.	23.2	75.0
12/09/2015	8:00 a. m.	25.2	75.0
	9:00 a. m.	25.9	74.0
	7:00 a. m.	22.8	75.0
17/09/2015	8:00 a. m.	23.9	73.0
	9:00 a. m.	24.6	73.0

Anexo 5. Registro de temperatura (°C) y humedad relativa (%) durante el muestreo en el Lote 2 en la finca La Sabana, 2015.

Lote 2			
Fecha	Hora	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)
	7:00 a. m.	21.80	73.00
2/9/2015	8:00 a. m.	22.70	71.00
	9:00 a. m.	24.60	70.00
	7:00 a. m.	23.10	75.00
5/9/2015	8:00 a. m.	24.70	74.00
	9:00 a. m.	25.80	72.00
	7:00 a. m.	22.40	71.00
10/9/2015	8:00 a. m.	24.60	73.00
	9:00 a. m.	26.80	72.00
	7:00 a. m.	23.00	75.00
14/9/2015	8:00 a. m.	24.80	76.00
	9:00 a. m.	25.60	72.00
	7:00 a. m.	22.70	71.00
18/9/2015	8:00 a. m.	24.10	73.00
	9:00 a. m.	25.10	73.00

Anexo 6. Registro de temperatura (°C), humedad relativa (%) durante el muestreo en el Lote 2 en la finca La Sabana, 2015.

Lote 3			
Fecha	Hora	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)
	7:00 a. m.	22.4	71.0
03/09/2015	8:00 a. m.	24.2	72.0
	9:00 a. m.	25.3	72.0
	7:00 a. m.	23.4	73.0
07/09/2015	8:00 a. m.	25.6	73.0
	9:00 a. m.	26.1	71.0
	7:00 a. m.	21.6	75.0
11/09/2015	8:00 a. m.	22.6	78.0
	9:00 a. m.	23.3	78.0
	7:00 a. m.	23.7	71.0
16/09/2015	8:00 a. m.	25.3	70.0
	9:00 a. m.	26.4	67.0
	7:00 a. m.	22.2	74.0
19/09/2015	8:00 a. m.	24.8	73.0
	9:00 a. m.	26.4	70.0

Anexo 7. Vista satelital de la finca La Sabana y la distribución de sus lotes, 2015.



Anexo 8. Recolección de la cucula para contabilizar los individuos de *F. parvula* Hood en la finca La Sabana, 2015.



Anexo 9. Muestra de inflorescencia del cultivo de banano organico de la finca La Sabana, 2015.



Anexo 10. Muestras de cuculas procesadas y enfundadas para tener una mayor precisión en el conteo de trips de *F. parvula* Hood en la finca La Sabana, 2015.



Anexo 11. Pústulas sobre el tejido joven de las flores masculinas de banano, 2015.



Anexo 12. Trips de la flor del banano *Frankliniella parvula* Hood, en las brácteas y en las flores masculinas del banano, 2015



Anexo 13. Control de malezas deficiente en la finca de banano organico La Sabana, 2015.



Anexo 14. *Sonchus spp.* (Asteraceae), hospedero alternativo de especies del Género *Frankliniella* en la finca La Sabana, 2015.

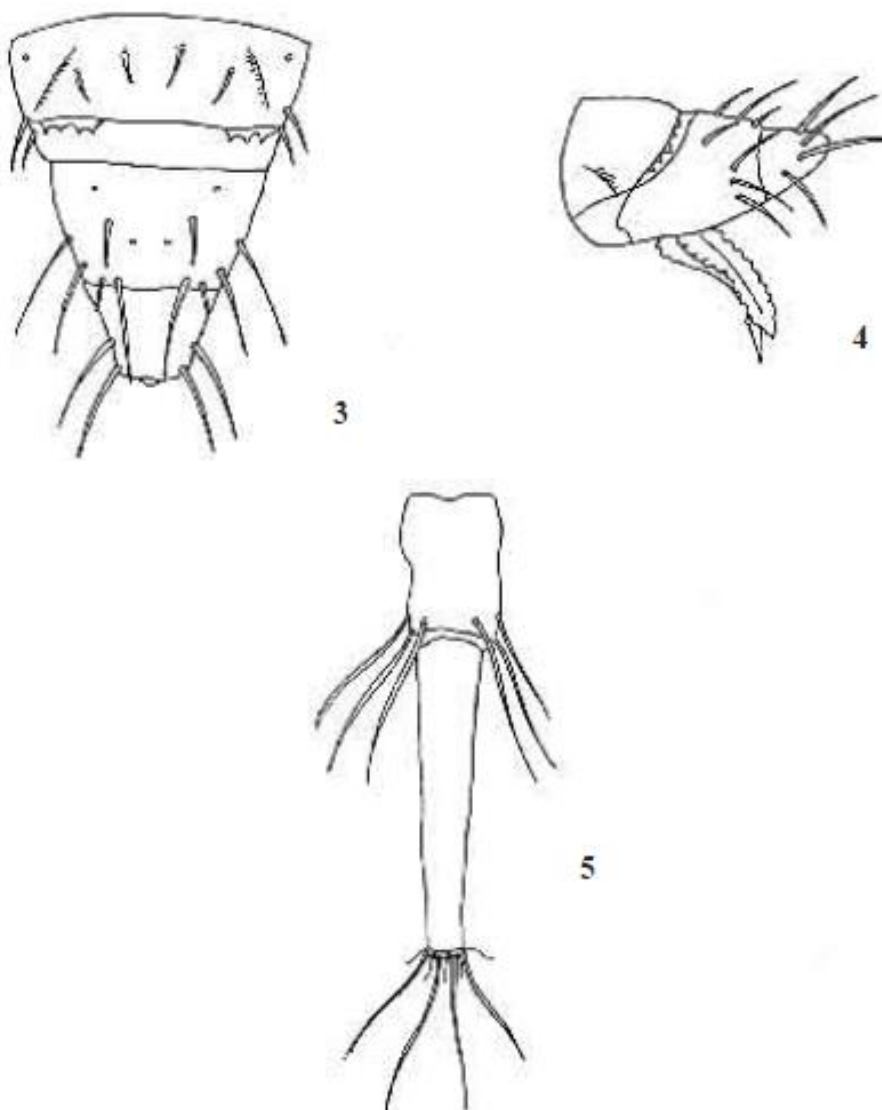


Anexo 15. Extracción de los trips *F. parvula* de la solución AGA para realizar el montaje e identificación de la especie, 2015.



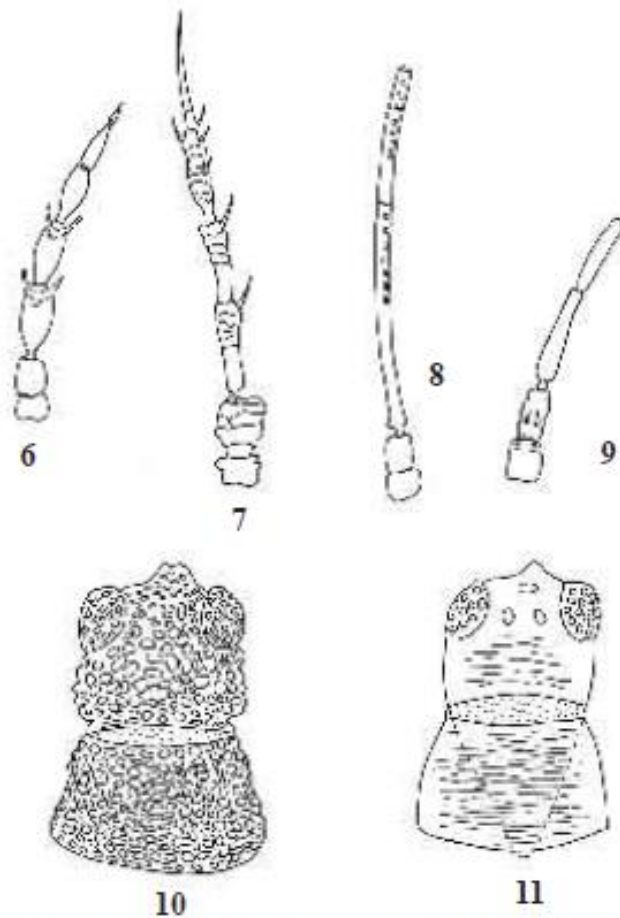
Clave para los géneros de Thysanoptera encontrados en hortalizas en Alajuela, Costa Rica

1. Segmento X del abdomen cónico (Figura 3); alas anteriores con venas longitudinales, a veces portando setas; hembra con el ovipositor aserrado (Figura 4) *TEREBRANTIA* 2
 Segmento X del abdomen tubular (Figura 5); alas anteriores sin venas; hembra sin ovipositor externo *TUBULIFERA* 11



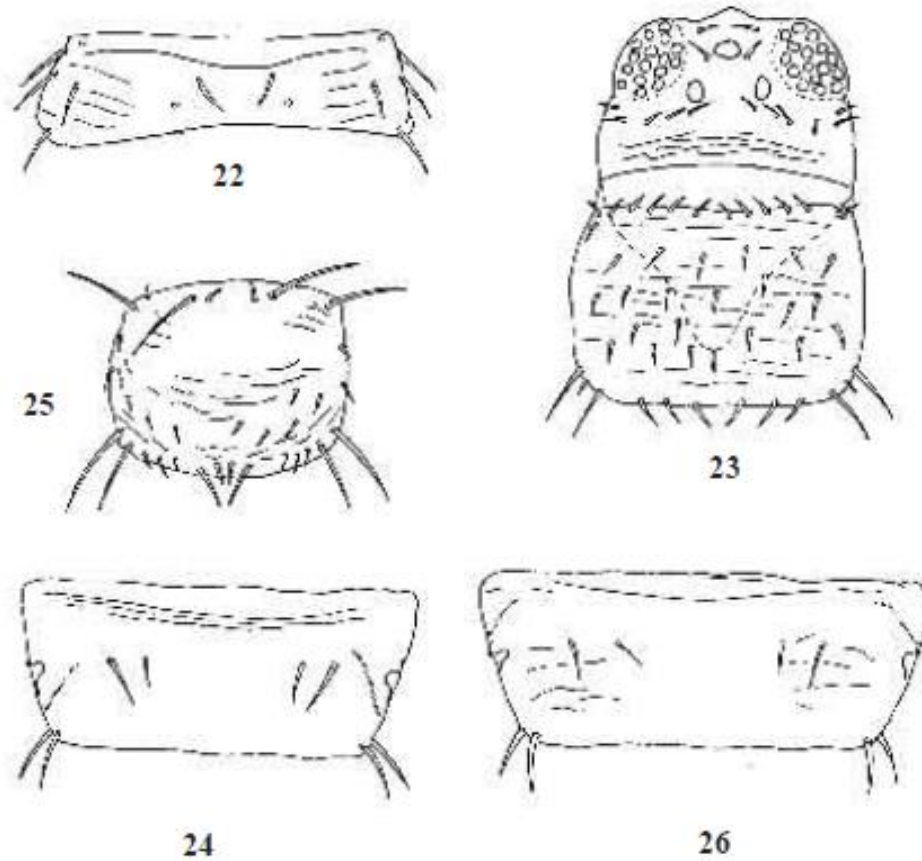
Figs. 3-5. 3, Segmento abdominal X cónico de un Terebrantia; 4, detalle del ovipositor de un Terebrantia; 5, Segmento abdominal X de forma tubular de un Tubulifera

2. Segmentos antenales III y IV cada uno con 1 sensoria simple o bifurcada (Figuras 6 y 7) THIRIPIDAE 4
 Segmentos antenales III y IV con la sensoria lineal (Figura 8) y con venas transversales AEOLOTHIRIPIDAE 3
3. Segmentos antenales III y IV largos y delgados; segmento III al menos 10 veces tan largo como ancho (Figura 8); alas anteriores con bandas oscuras, pero sin el ápice oscuro *Franklinothrips*.
 Segmento antenal III no más de 5 veces tan largo como ancho (Figura 9); alas anteriores con bandas oscuras, pero con el ápice siempre oscuro *Erythrothrips*.
4. Cabeza, pronoto y abdomen con fuerte reticulación, particularmente las patas (Figura 10); segmentos antenales III y IV sin microtrichia, segmentos terminales de la antena largos y delgados PANCHÆTOTHRIPIDAE 5
 Cabeza, pronoto y abdomen sin fuerte reticulación (Figura 11); si la hay es muy fina; segmentos antenales III y IV con microtrichia, segmentos terminales de la antena no elongados THIRIPIDAE 6



Figs. 6-11. 6 y 7, Segmentos antenales de Thripidae. 8, segmentos antenales de Asolothripidae (*Franklinothrips vespaformis*). 9, *Erythrothrips durango*, segmentos antenales I-IV. 10, detalle de la cabeza y pronoto de un Panchætotripidae (*Heliothrips haemorrhoidalis*). 11, detalle de la cabeza y pronoto de un Thripidae (Figuras 6-8 redibujadas de Mound *et al.* 1993)

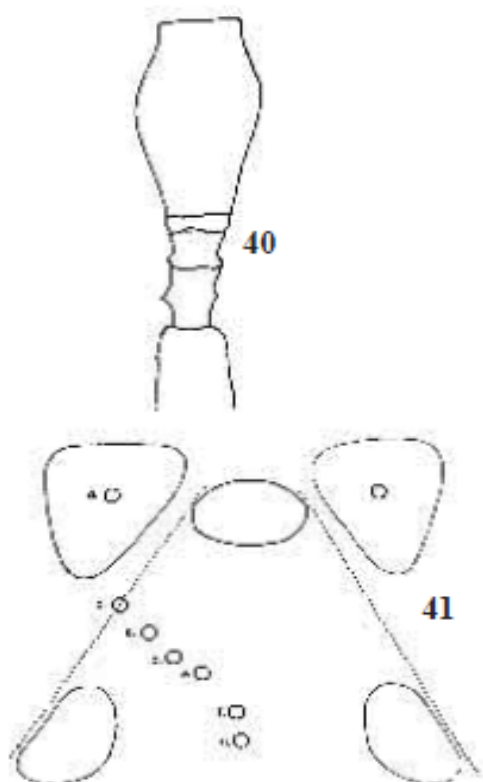
- Segmentos abdominales sin craspedum posteromarginal (Figura 22); antena con 7 u 8 segmentos; segmentos abdominales con o sin setas disciales; pronoto con menos de 5 pares de setas posteromarginales (Figura 23)10
10. Ctenidium en el VIII segmento abdominal posterior al espiráculo (Figura 24); con 2 hileras de setas continuas en el ala anterior; seta posteromarginal I (pm I) presente en la mayoría de las especies; habitualmente con 8 segmentos en la antena; generalmente 2 pares de setas anteroangulares mayores (aaM) (Figura 25) (excepto el grupo *minuta*, algunas especies) *Frankliniella*.
Ctenidium en el VIII segmento abdominal anterior al espiráculo (Figura 26); con setas discontinuas al menos en una vena del ala anterior; seta pm I ausente *Thrips*.



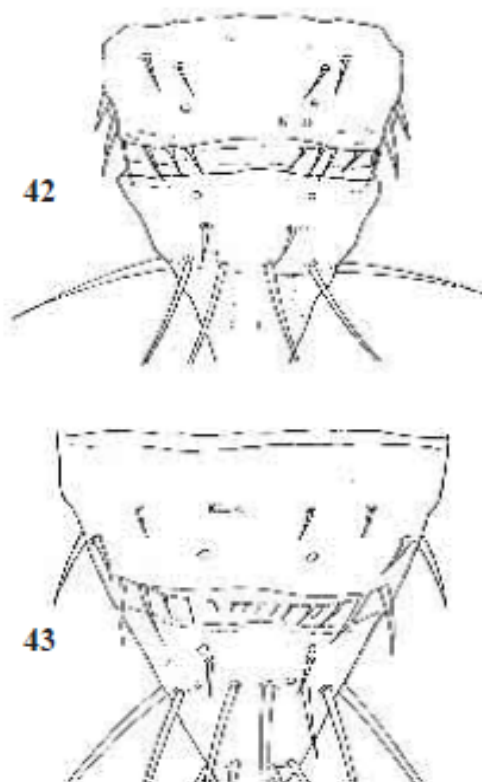
Figs. 22-26. 22, Segmento abdominal sin craspedum. 23, *Thrips*, cabeza y pronoto. 24, *Frankliniella*, segmento abdominal VIII. 25, *Frankliniella*, pronoto. 26, *Thrips*, segmento abdominal VIII

Clave para las especies del género *Frankliniella* encontradas en cultivos hortícolas en Alajuela, Costa Rica

1. Pedicelo del segmento antenal III muy largo, con una longitud que es el doble del diámetro del borde sub-basal (Figura 40) *parvula*
 Pedicelo del segmento antenal III corto, no más de 1,5 veces el diámetro del borde sub-basal 2
2. Tibia III café oscuro, algunas veces pálida en el extremo basal 3
 Tibia III de otro color 4
3. Setas io III en posición 2 (Figura 41); peine en el segmento antenal VIII completo e irregular; segmentos IV-V de la antena a veces oscuros. *fallaciosa*
 Setas io III en posición 1/2; peine en el segmento antenal VIII interrumpido medialmente (Figura 42); segmentos III-IV de la antena pálidos *insularis*
4. Dos pares de setas am menores; tergitos abdominales con manchas café a los lados; peine en el segmento VIII completo, pero con los dientes mediales más pequeños (Figura 43); pedicelo del segmento antenal III con un borde sub-basal muy fuerte antes del collar (Figura 44) *invasor*



Figs. 40-41. 40, *Frankliniella parvula*, segmentos antenales II y III. 41, diagrama de la posición de las setas io III (Retana 1992).



Figs. 42-43. 42, *Frankliniella insularis*, segmento abdominal VIII. 43, *Frankliniella invasor*, segmento abdominal VIII (Retana 1992).