

**DIVERSIDAD DE MOSCAS DE LA FRUTA (DÍPTERA: TEPHRITIDAE) Y SUS  
PARASITOIDES EN SIETE MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO**

**MARÍA ISABEL CRUZ BEJARANO**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS  
MAESTRÍA EN CIENCIAS AGRARIAS CON ÉNFASIS EN PRODUCCIÓN DE  
CULTIVOS  
SAN JUAN DE PASTO  
2015**

**DIVERSIDAD DE MOSCAS DE LA FRUTA (DÍPTERA: TEPHRITIDAE) Y SUS  
PARASITOIDES EN SIETE MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO**

**MARÍA ISABEL CRUZ BEJARANO**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Magister  
en Ciencias Agrarias con Énfasis en Producción de Cultivos**

**Presidente de Tesis**

**TITO BACCA I.A., Ph.D**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS  
MAESTRÍA EN CIENCIAS AGRARIAS CON ÉNFASIS EN PRODUCCIÓN DE  
CULTIVOS  
SAN JUAN DE PASTO  
2015**

**“Las ideas y conclusiones aportadas en la tesis de grado son  
responsabilidad exclusiva de los autores”**

**Artículo 1° del Acuerdo n° 324 de octubre 11 de 1966 emanado del Honorable  
Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.**

**Nota de Aceptación**

---

**JAVIER GARCÍA ALZATE I.A. Ph. D.**

**Jurado delegado**

---

**NELSON AUGUSTO CANAL I.A. Ph. D.**

**Jurado**

---

**LUIS FERNANDO VALLEJO I.A. Ph. D.**

**Jurado**

---

**TITO BACCA I.A. Ph. D.**

**Presidente**

**San Juan de Pasto, Noviembre de 2015**

## **AGRADECIMIENTOS**

La autora expresa sus agradecimientos:

A Jaime Alberto Benavides, quien con su experiencia, paciencia y apoyo, consiguió darle forma a este trabajo por medio de sus sugerencias y correcciones logrando que pudiera culminar mi investigación con éxito.

A mi director de Trabajo de Grado Dr. Tito Bacca y al Dr. Nelson A. Canal por todo el conocimiento y ayuda brindada en la ejecución de este trabajo.

A mis compañeros Diana Luz Pérez, Guillermo Velásquez, Liliana Orbes y María Pineda, quienes con su mano amiga me dieron la fortaleza y seguridad para continuar firme en el desarrollo de este proyecto.

A todas y cada una de las personas que siempre han estado a mi lado apoyándome y dando lo mejor de sí para que siga progresando personal y profesionalmente.

## **DEDICATORIA:**

A Dios quien me dio la fe, la fortaleza, la salud y la esperanza para terminar este trabajo.

A mi esposo, Harvey, quien me brindó su amor, su cariño, su estímulo y su apoyo constante.

A mí hijo Santiago, quien me prestó el tiempo que le pertenecía para culminar esta etapa de mi vida.

A mis padres, Orfilia y Héctor Fabio quienes me enseñaron desde pequeña a luchar para alcanzar mis metas. Mi triunfo es el de ustedes.

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue Contribuir al conocimiento de la diversidad de moscas de las frutas (Diptera: Tephritidae) y de sus enemigos naturales en el departamento de Nariño. Se colectaron 14005 frutos correspondientes a 16 especies de plantas hospederas, pertenecientes a diez familias botánicas (Rubiaceae, Rosaceae, Myrtaceae, Fabaceae, Anacardiaceae, Rutaceae, Cucurbitaceae, Annonaceae, Solanaceae y Caricaceae), de las cuales todas presentaron infestación por moscas de las frutas o parasitoides, a excepción de la familia Annonaceae.

Las especies de moscas de la fruta recuperadas en este estudio correspondieron a *Anastrepha* complejo *fraterculus*, *Anastrepha striata*, *Anastrepha obliqua*, *Anastrepha grandis* y *Ceratitis capitata*, especies conocidas por su polifagia y gran capacidad de adaptación. Se obtuvieron 242 individuos, pertenecientes a seis especies de parasitoides, *Doryctobracon crawfordi*, *Utetes anastrephae*, *Microcrasis* sp., *Bracon* sp., *Torymus* sp., y Ichneumonidae sp1.

Los parasitoides fueron obtenidos de nueve hospederos correspondientes a café, guayaba, níspero, hobo, feijoa, naranja, mango, durazno y guama. La mayor frecuencia de ocurrencia de parasitoides se presentó en *Doryctobracon crawfordi*, con valores de 84,1, 76,7 y 40% en café, guayaba y hobo respectivamente, *Utetes Anastrephae* obtuvo porcentajes de 5,7 y 60 en café y hobo. Se presentó parasitismo en las familias botánicas Rubiaceae, Rosaceae, Myrtaceae, Fabaceae, Anacardiaceae y Rutaceae, el porcentaje de parasitismo para *Ceratitis capitata* solo se presentó en la familia Rubiaceae.

**Palabras clave:** Indices de biodiversidad, insectos plaga de frutas, controladores biológicos.

## ABSTRACT

The objective of this work was to contribute to the knowledge of the diversity of fruit flies (Diptera: Tephritidae) and its natural enemies in the department of Nariño. 14005 fruits for 16 host plant species were collected, belonging to ten botanical families (Rubiaceae, Rosaceae, Myrtaceae, Fabaceae, Anacardiaceae, Rutaceae, Cucurbitaceae, Annonaceae, Solanaceae and Caricaceae), all of which showed infestation by fruit flies or parasitoids, except for the Annonaceae family.

The species of fruit flies recovered in this study corresponded to *Anastrepha fraterculus* complex, *Anastrepha striata*, *Anastrepha obliqua*, *Ceratitis capitata* and *Anastrepha grandis* species known for their polyphagia and great adaptability. 242 individuals belonging to six species of parasitoids, *Doryctobracon crawfordi*, *Utetes anastrephae*, *Microcrasis* sp., *Bracon* sp., *Torymus* sp., and Ichneumonidae sp1 were obtained.

Parasites were obtained from nine hosts corresponding to coffee, guava, loquat, hobo, guava, orange, mango, peach and Inga. The highest frequency of occurrence of parasitoids was presented in *Doryctobracon crawfordi*, with values of 84.1, 76.7 and 40% in coffee, guava and hobo respectively *Utetes Anastrephae* percentages obtained in 5.7 and 60 coffee and hobo. Parasitism was presented in the botanical family Rubiaceae, Rosaceae, Myrtaceae, Fabaceae, Anacardiaceae and Rutaceae, the percentage of parasitism for *Ceratitis capitata* only appeared in the Rubiaceae family.

**Keywords:** biodiversity indices, fruit insect pests, biological control agents.

## CONTENIDO

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	13
II. MARCO TEÓRICO	17
2.1 Estado actual de la fruticultura Colombiana	17
2.2 Principales problemas fitosanitarios en cultivos de fruta	18
2.3 Generalidades sobre las moscas de la fruta	19
2.4 Taxonomía	22
2.5 Ciclo biológico y hábitos	23
2.6 Métodos de manejo integrado de moscas de la fruta	24
2.6.1 Componente físico	25
2.6.2 Componente cultural	25
2.6.3 Componente químico	25
2.6.4 Componente biológico	26
2.6.5 Componente autocidal	26
2.6.6 Componente legal	27
2.7 Generalidades de parasitoides de moscas de la fruta	27
III. MATERIALES Y MÉTODOS	31
3.1 Fase de campo	31
3.2 Fase de laboratorio	33
3.2.1 Disección de frutos	34
3.2.2 Cámara de pupación	35

3.3 Identificación de especies	35
3.3.1 Identificación de Plantas Hospederas	35
3.3.2 Identificación de especies de moscas de la fruta y parasitoides	35
3.4 Análisis de datos	36
3.4.1 Índices de diversidad	37
IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	40
4.1 Reconocimiento de moscas de la fruta	40
4.2 Relación entre hospederos y moscas de la fruta	46
4.3 Nivel de Infestación de Frutos	49
4.4 Parasitoides de moscas de la fruta	51
4.5 Porcentaje de parasitismo en moscas de la fruta en siete municipios del departamento de Nariño	53
4.6 Reconocimiento de parasitoides de moscas de la fruta y Frecuencia de ocurrencia	56
4.7 Índices de abundancia y diversidad	62
V. CONCLUSIONES	64
VI. RECOMENDACIONES	65
BIBLIOGRAFÍA	66

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1.</b> Lugares de ubicación del muestreo de frutos realizado en siete municipios del departamento de Nariño	32
<b>Tabla 2.</b> Relación entre Moscas de la Fruta y plantas hospederas	47
<b>Tabla 3.</b> Nivel de infestación de frutos	50
<b>Tabla 4.</b> Especies de parasitoides atacando mosca de la frutas en siete municipios del departamento de Nariño	53
<b>Tabla 5.</b> Porcentaje de parasitismo de moscas de la fruta obtenido en diferentes plantas hospederas en siete municipios del departamento de Nariño	54
<b>Tabla 6.</b> Distribución de parasitoides de moscas de la fruta y plantas hospederas en siete municipios del departamento de Nariño	56
<b>Tabla 7.</b> Frecuencia de ocurrencia (%F) de las especies de parasitoides de moscas de la fruta en siete municipios del departamento de Nariño	57
<b>Tabla 8.</b> Índices de abundancia y diversidad	62

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1.</b> Ciclo biológico de la mosca de la fruta (Senasa, 2014)	23
<b>Figura 2.</b> Ciclo de encuentro parasitoide- larva de mosca de la fruta (CESVO, 2014)	28
<b>Figura 3.</b> Cámaras de maduración	34
<b>Figura 4.</b> Cámaras de pupación	36
<b>Figura 5.</b> Especies de Moscas de la fruta colectadas en siete Municipios del Departamento de Nariño	41
<b>Figura 6.</b> Porcentaje de especies de moscas de la fruta colectadas durante doce meses de muestreo en siete municipios del departamento de Nariño	42
<b>Figura 7.</b> Mayores abundancias de especies de moscas de la fruta en cuatro municipios del departamento de Nariño	44
<b>Figura 8.</b> Menores abundancias de especies de moscas de la fruta en tres municipios del departamento de Nariño	45
<b>Figura 9.</b> parasitoides colectados en siete municipios del departamento de Nariño	52
<b>Figura 10.</b> Asociación encontrada entre especies de parasitoides y moscas de la fruta en siete municipios del departamento de Nariño	58

## I. INTRODUCCIÓN

El comercio de frutas y hortalizas a nivel mundial ha crecido positivamente en los últimos años, en gran parte, por el cambio en los hábitos de consumo de las personas, cuyas tendencias son cada vez más saludables. No obstante, el mercado crece a un ritmo superior al de la producción. Sin duda, esto ha motivado un cambio sustancial en la concepción de los modelos de negocios hortifrutícolas. Colombia, a pesar de sus adversidades, tiene un gran potencial para el desarrollo agrícola, cuenta con cerca de 14 millones de hectáreas aptas para la agricultura, condiciones edafoclimáticas envidiables para la producción de alimentos y capital humano para trabajar la tierra (Asociación Hortifrutícola de Colombia, 2014).

Entre 2008 y 2013, la superficie hortifrutícola cultivada creció a una tasa del 2,5 % anual, pasando de 952 mil a 1.083.310 hectáreas. La producción de frutales y hortalizas participó con un 46,2 % en el total del sector agrícola de 2013, lo cual ubica al subsector como uno de los más relevantes en el desarrollo del agro en Colombia, siendo superado únicamente por la Caña Panelera y de Azúcar (Asociación Hortifrutícola de Colombia, 2014).

Es importante resaltar que en términos de volumen de producción, la tasa de crecimiento del sector hortifrutícola (2,9 %) ha sido bastante superior frente a la producción agrícola nacional (1,3 %); mientras que el área sembrada presenta la misma característica, dado que la extensión de tierras destinadas para cultivos hortifrutícolas ha crecido a una tasa de 2,5 %, en contraste con el total agrícola, que ha presentado una tasa del 1 %. Todo lo anterior evidencia un mejor comportamiento sectorial, impulsado por programas del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural orientados al desarrollo de los productores hortifrutícolas (Asociación Hortifrutícola de Colombia, 2014).

La creciente demanda de nuestras frutas en los mercados internacionales, determinan un potencial de crecimiento favorable para este sector del país, este aumento en el consumo se debe a la expansión geográfica de los productos gracias a un comercio cada vez más rápido, seguro y económico, este incremento se genera gracias al turismo y el progreso de las técnicas en transformación y envasado de las frutas (Instituto Colombiano Agropecuario ICA, 2012).

El Instituto Colombiano Agropecuario ICA, ha reportado cerca de 52 especies de moscas de la fruta, donde *Anastrepha* complejo *fraterculus*, *Anastrepha grandis*, *Anastrepha obliqua*, *Anastrepha serpentina*, *Anastrepha striata* y *Ceratitis capitata* o mosca del mediterráneo se destacan por ser de importancia cuarentenaria. El estado larval de estas moscas provoca daño físico directo a la parte comestible de las frutas, e indirectamente permite la contaminación con hongos y bacterias, y en ocasiones puede causar la caída del fruto. Un daño severo puede afectar las propiedades organolépticas de las frutas, hasta el punto de inutilizarlas para el consumo (Instituto Colombiano Agropecuario ICA, 2012).

En Colombia se reportan pérdidas en promedio entre el 30-40% de la producción, pero puede llegar al 70% cuando no se aplica ningún manejo de la plaga en una plantación de frutales. Inclusive cuando el daño no es significativo desde el punto de vista agronómico, el acceso a los mercados internacionales donde esta plaga es cuarentenaria está prohibido (Instituto Colombiano Agropecuario ICA, 2012).

La disminución de la producción, valor comercial de frutas y aumentos de los costos de producción son algunas consecuencias del ataque y presencia de moscas de la fruta en el país, ya que existen restricciones en el acceso a mercados especializados debido a que muchos de estos insectos son considerados plagas cuarentenarias para estos países (Instituto Colombiano Agropecuario ICA, 2012).

Castañeda *et al.* (2010), consideran que es importante conocer la diversidad de especies presentes en un área, con el objetivo de diseñar estudios encaminados al desarrollo de tecnologías adecuadas para el manejo de una plaga. De acuerdo a Carvalho *et al.* (2010) para desarrollar estudios sobre la implementación de parasitoides como alternativa para el manejo de moscas de la fruta es indispensable conocer la biodiversidad tanto de la plaga como de sus parasitoides para desarrollar trabajos exitosos.

El papel de los parasitoides del orden Hymenoptera tiene reconocida importancia en el control de moscas de la fruta, las investigaciones realizadas dan indicios de la riqueza y diversidad de estos biocontroladores en diversos países en los cuales se ha trabajado en forma continua en la identificación y conocimiento de especies nativas e introducidas (Núñez *et al.*, 2004a).

En Colombia la información que se conoce sobre las especies de parasitoides que atacan las moscas de la familia Tephritidae y su distribución ha aumentado paulatinamente a través del tiempo, situación que no es ajena en el departamento de Nariño, por lo cual resulta importante lograr ampliar la identificación de los parasitoides asociados a mosca de las frutas en esta región del país con miras a establecer estrategias de manejo.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General:**

- Contribuir al conocimiento de la diversidad de moscas de las frutas (Diptera: Tephritidae) y de sus enemigos naturales en el departamento de Nariño.

### **Objetivos específicos:**

- Identificar las moscas y parasitoides de moscas de la fruta (Diptera: Tephritidae) asociados a especies frutales en los municipios de La Unión, Buesaco, Arboleda, Imués, Tangua, Yacuanquer y Taminango.
- Evaluar el nivel de infestación de frutos, el porcentaje de parasitismo y la frecuencia de ocurrencia de especies de parasitoides.
- Determinar la abundancia y diversidad de los parasitoides de moscas de la fruta encontrados en el departamento de Nariño.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Estado actual de la fruticultura Colombiana

El sector agropecuario ha sido uno de los principales motores del desarrollo económico colombiano. Con un aporte del 9% del producto interno bruto, una contribución del 21% en las exportaciones, una generación del 19% del empleo total del país y un enorme potencial sustentado en ventajas competitivas y comparativas, razón por la cual el sector agropecuario en Colombia es un escenario de gran atractivo mundial para la inversión extranjera directa (Sector Agroindustrial Colombiano, 2012).

Durante las últimas décadas el mercado internacional de frutas ha venido sufriendo una serie de transformaciones y cambios que han favorecido su desarrollo. Estas transformaciones responden a los cambios y las dinámicas que se han presentado a nivel del consumo, que han llevado a que la oferta de frutas en los mercados externos se caracterice por su creciente diversidad. Estas situaciones también han afectado el comercio internacional de frutas, ampliando con esto las oportunidades comerciales para los países exportadores (Miranda, 2011).

El estado actual de la fruticultura Colombiana, muestra grandes esfuerzos de organización y proyección hacia los mercados internacionales, con el objetivo de promover la diversificación de las exportaciones agropecuarias colombianas, el Gobierno Nacional ha venido desarrollando una agenda de negociaciones para avanzar en el proceso de inserción en la economía mundial, este dinamismo en los mercados internacionales y los cambios estructurales de los últimos años en la economía agrícola mundial, hacen de Colombia una alternativa de inversión interesante, más aún si se considera el potencial de desarrollo agrícola del país

frente al crecimiento sin precedentes de la demanda mundial de alimentos (Miranda, 2011).

## **2.2 Principales problemas fitosanitarios en cultivos de fruta**

La condición fitosanitaria de las zonas productoras en Colombia es particular para cada una (Miranda, 2011), el principal problema fitosanitario de la producción de frutas es el ataque permanente de las moscas de la fruta principalmente de especies relacionadas al género *Anastrepha* y la especie *Ceratitis capitata*, así como otras plagas de importancia económica para la producción (Consejo Nacional de Política Económica y Social (Conpes, 2008).

Cada especie frutal generalmente es afectada por una especie o más especies de moscas, por ejemplo, las pasifloráceas están asociadas a *Anastrepha pallidipennis*, las anacardiáceas como el mango a *Anastrepha obliqua*; las cucurbitáceas a *Anastrepha grandis*. También existen especies polífagas como *Anastrepha fraterculus* que afecta varias familias de frutas (Miranda, 2011).

La Mosca del Mediterráneo, *Ceratitis capitata*, se caracteriza por no tener una planta hospedera principal sino que puede causar pérdidas en muchas frutas y algunas hortalizas de fruto. El solo reporte de su presencia en el país, exige ofrecer medidas mitigadoras de riesgo para la fruta exportada, ya que en los análisis de riesgo de plagas de pitahaya, uchuva, tomate de huerta, tomate de árbol, curuba, maracuyá, papaya y granadilla, aparece como una de las plagas de más alto riesgo para el país importador (Consejo Nacional de Política Económica y Social (Conpes, 2008).

Los daños directos de las moscas de la fruta como consecuencia del ataque, son destrucción de la pulpa, disminución de su valor, facilidad al ataque de patógenos y disminución de la producción de fruta. De manera indirecta ocasionan

incremento de costos de producción por la aplicación de medidas de control, gastos en investigación para el desarrollo de tecnología de control, afectan el comercio nacional y restringen el ingreso a mercados internacionales, ya que varias especies son de interés cuarentenario para países importadores de fruta fresca (Vilatuña *et al.* 2010).

En la actualidad está en ejecución por parte Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) el Plan Nacional de Moscas de la Fruta que busca desarrollar acciones de detección, control y erradicación para mejorar las condiciones fitosanitarias de la producción frutícola en Colombia (Consejo Nacional de Política Económica y Social (Conpes, 2008).

De acuerdo a los registros de vigilancia epidemiológica del ICA se ha podido establecer que el país es libre de *Bactrocera* sp, *Anastrepha ludens*, *Anastrepha suspensa* y *Ceratitis rosa*, también consideradas a nivel mundial como plagas cuarentenarias. Algunas de estas especies, se encuentran en países de América como Estados Unidos, México, Surinam, Guayana, Brasil, y en Centroamérica y el Caribe (Consejo Nacional de Política Económica y Social (Conpes), 2008).

### **2.3 Generalidades sobre las moscas de la fruta**

Entre más de cien familias del orden Díptera, la familia Tephritidae, a la cual pertenece la mosca de la fruta, es la de mayor importancia económica, comprende aproximadamente 4000 especies distribuidas en áreas tropicales y subtropicales. Las conocidas como moscas de la fruta pertenecen a diversos géneros, entre los cuales *Dacus*, *Rhagoletis*, *Ceratitis*, *Bactrocera*, *Anastrepha* y *Toxotrypana*, son las principales (Núñez, 1981).

Los hábitos alimentarios de estas moscas ocurren en una gran variedad de estructuras que van desde frutos carnosos (en pulpa o en las semillas), hasta

especies que se desarrollan en inflorescencias o formando agallas en los tallos. En general, las hembras depositan sus huevos en el interior de los frutos, en los tallos en desarrollo, o bien en el capítulo de ciertas flores; las larvas se alimentan del tejido hasta desarrollarse por completo y la pupación ocurre usualmente en el suelo, o en las mismas estructuras donde se alimentan; finalmente los adultos emergen para aparearse y dar lugar a otra generación (Hernández, 2003).

Las moscas adultas después de 2 a 5 días de emergencia alcanzan la madurez sexual; los machos se concentran en algún punto referencial del árbol frutal, formando un agrupamiento de machos conocidos como "leks", que danzan en forma rítmica y liberan una feromona sexual para tratar de llamar la atención de las hembras que se encuentran en los alrededores. La hembra elige un macho como pareja, apartándolo del grupo y procediendo al ritual de apareamiento (Hernández, 2003).

El proceso de cortejo del macho de *Ceratitis capitata* implica un movimiento continuo de las alas, segregando una feromona sexual. Por su parte en la "Mosca Suramericana de la fruta" *Anastrepha fraterculus*, el cortejo lo realizan tanto machos como hembras, moviendo las alas y dando saltos entre ellas hasta iniciar el apareamiento. Las hembras grávidas tienen la necesidad de ingerir sustancias ricas en proteína, buscan alimento y lugar donde depositar sus huevos. Una vez que la hembra localiza un fruto en condiciones favorables para el desarrollo de su progenie, procede con la oviposición introduciendo los huevos con el ovipositor al interior del fruto hospedante en grupos hasta de cuatro o en paquetes de 8-12 huevecillos por cada postura (Rodríguez *et al*, 1996).

Concluida esta operación la hembra arrastra el ovipositor alrededor del sitio de postura para impregnarlo de una sustancia denominada "feromona de marcaje de oviposición", a través de la cual evita que otras moscas de la fruta depositen sus huevos en el mismo fruto. Este mecanismo permite la dispersión espacial y la

competencia por nichos ecológicos y establece la predominancia de la especie mejor adaptada. Una hembra está en capacidad de ovipositar de 300 a 800 huevos en toda su vida (Rodríguez *et al*, 1996).

Las moscas recién emergidas son blandas y húmedas, por lo que buscan un refugio (hojas secas caídas, troncos) donde permanecen estáticas secándose. Sus alas aún no adquieren la coloración típica y su vuelo es corto, una vez secas, se activan y vuelan a la parte superior de un árbol, donde buscan alimento. Este lo encuentran en frutas maduras que presentan alguna herida, aun cuando estén en el suelo, en secreciones de troncos u hojas, excrementos de pájaros silvestres y secreciones mielosas de áfidos u otros insectos chupadores. Esta actividad es fundamental para sobrevivir y lograr su madurez sexual. Agua y alimento determinan en gran medida la longevidad del individuo (Rodríguez *et al*, 1996).

Una característica de estos insectos, es su alta capacidad de dispersión y adaptabilidad a diversos medios. Pueden movilizarse por más de 200 Km. ayudados por los vientos. Cuando las condiciones son desfavorables (sequia, falta de hospederos,) se elevan a la parte más alta de los árboles y se dejan acarrear por los vientos dominantes (Aluja, 1993).

Los hospedantes de moscas de la fruta pueden ser primarios o secundarios, dependiendo de la intensidad de preferencia que tiene cada especie de mosca para completar su estado biológico de larva. En los hospedantes primarios, la mosca desarrolla generaciones sucesivas y en los secundarios le permite alternar generaciones cuando no se encuentran disponibles los primarios. Se denominan hospedantes alternantes a aquellos que permiten a la plaga mantenerse cuando no existen hospedantes primarios ni secundarios (Instituto Colombiano Agropecuario ICA, 2010).

Dependiendo del número de hospedantes que atacan, las moscas de la fruta se clasifican en: monófagas, oligófagas y polífagas, según se alimenten de uno, dos o más hospedantes. Para el caso de moscas del complejo *Anastrepha* sp., existen especies que tienen preferencia por variedades de frutales determinadas, inclusive pertenecientes a la misma familia, en tanto que *C. capitata*, es totalmente polífaga (Instituto Colombiano Agropecuario ICA, 2010).

## 2.4 Taxonomía

En el orden Diptera, la superfamilia Tephritoidea se encuentra agrupada dentro del infraorden Muscomorpha (Cyclorrhapha), de la sección Schizophora (McAlpine, J. 1989), la cual comprende nueve familias relacionadas en tres clados: el primero contiene solamente a los Lonchaeidae; el segundo que incluye a los Richardiidae, Pallopteridae y Piophilidae; las familias incluidas en estos clados también se les ha denominado como Tephritoidea inferiores. El tercer clado relaciona a los Ulidiidae (= Otitidae), Platystomatidae, Tephritidae, Pyrgotidae y Tachiniscidae (Instituto Colombiano Agropecuario ICA, 2010).

Los integrantes de la familia Tephritidae son conocidos comúnmente como "verdaderas moscas de la fruta", se encuentran distribuidas a través de las regiones tropicales y templadas de todo el mundo, y solo están ausentes en las zonas polares. Esta familia constituye el grupo más diversificado de todas las familias de Tephritoidea, representada por 471 géneros y 4257 especies (Instituto Colombiano Agropecuario ICA, 2010). El género *Anastrepha* constituye el grupo más diverso de todos los Tefrítidos nativos de América, con 197 especies descritas a la fecha (Hernández, 2003). Según Norrbom *et al* (2003), existen 202 especies descritas.

## 2.5 Ciclo biológico y hábitos

Las moscas de la fruta tienen un ciclo de vida completo, es decir, atraviesan por cuatro estados biológicos diferenciados: huevo, larva, pupa y adulto (Figura 1). El ciclo de vida de las moscas de la fruta se inicia cuando las hembras adultas ovipositan bajo el pericarpio, el estado de huevo de las moscas de la fruta tiene una duración que está en función de las condiciones ambientales y varía de 2 a 7 días en verano y de 20 a 30 días en invierno, al final de los cuales eclosionan y emergen las larvas que comienzan a alimentarse del fruto (Rodríguez *et al*, 1996).

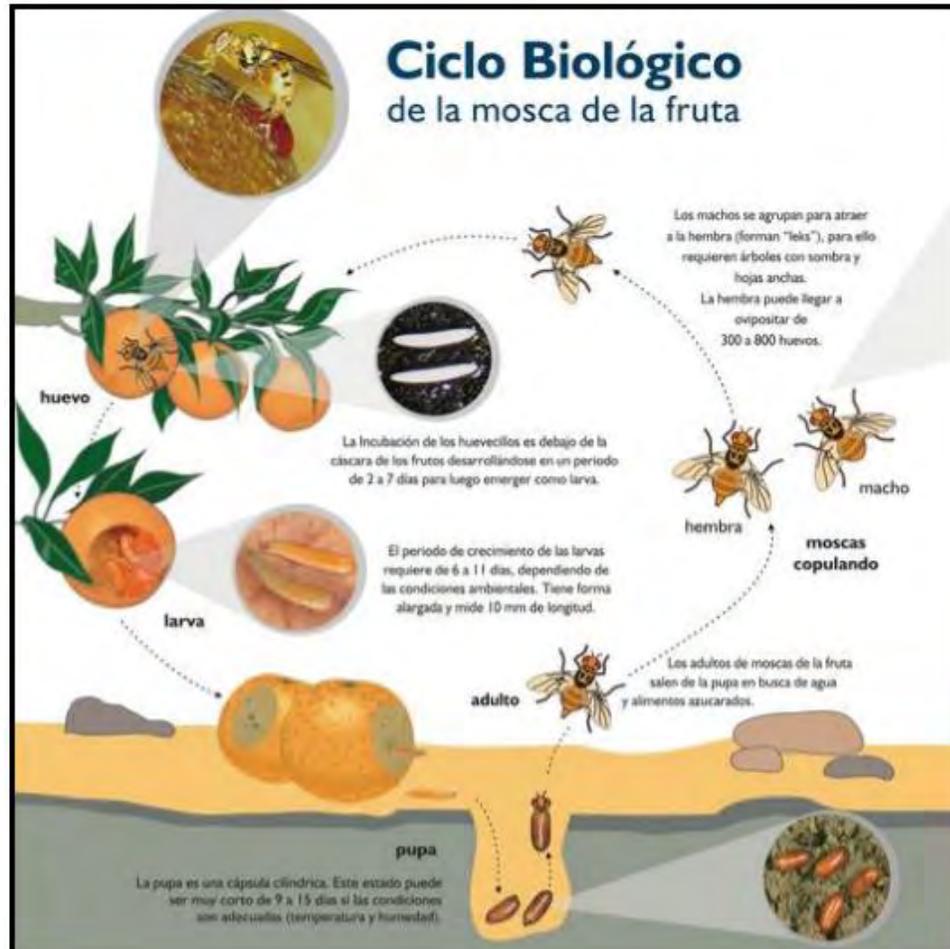


Figura 1. Ciclo biológico de la mosca de la fruta (Senasa, 2014).

El estado larval atraviesa por tres estadios, con una duración de 6 a 11 días; dependiendo de las condiciones ambientales, la larva madura del tercer estadio abandona el fruto, esta situación es usualmente coincidente con su caída, la larva al abandonar el fruto, se entierra a 2-3 centímetros de profundidad del suelo y se transforma gradualmente en pupa (Rodríguez *et al*, 1996).

El estado de pupa tiene una duración de 9-15 días aunque durante el verano y en condiciones de baja temperatura se puede prolongar por meses. Durante esta fase ocurre la transformación gradual en adulto al interior del pupario. Una vez alcanzada la madurez fisiológica, el adulto emerge del pupario, rompiendo este con el "ptilinum", que es una membrana ubicada en la parte frontal de la cabeza, la misma que se dilata para romper la piel del pupario y permitir la emergencia del adulto. El adulto puede llegar a vivir hasta tres meses bajo condiciones favorables y tener hasta doce generaciones por año (Rodríguez *et al*, 1996).

## **2.6 Métodos de manejo integrado de moscas de la fruta**

El manejo integrado no es más que un sistema de control de poblaciones de insectos que constituyen plagas, utilizando simultáneamente métodos y técnicas adecuadas y compatibles para reducir las poblaciones y mantenerlas a niveles que no causen daños económicos. Al mismo tiempo, se establece un buen manejo del cultivo, realizando todas las técnicas agrícolas adecuadas para su buen desarrollo y producción, y llevando un registro real de las etapas fenológicas del cultivo, haciendo énfasis en el caso de las moscas de la fruta, en la época de fructificación y sin perjudicar el medio ambiente (Instituto Colombiano Agropecuario ICA, 2010).

Los Métodos de manejo integrado de moscas de la fruta se desarrollan mediante la integración de varios componentes:

**2.6.1 Componente físico:** realizado mediante el establecimiento de barreras físicas; el embolsado de frutos es uno de los métodos físicos de control de moscas de la fruta usado más comúnmente (Instituto Colombiano Agropecuario ICA, 2010).

**2.6.2 Componente cultural:** es un mecanismo sencillo, con costos económicos y efectos ecológicos mínimos. Está al alcance de cualquier productor y es muy útil para huertos de diferente área. Su implantación, en el caso de moscas de la fruta, ejerce buen control sobre poblaciones de la plaga. Se realiza a través de la recolección y disposición adecuada de frutas afectadas del árbol y del suelo. El manejo adecuado del riego, malezas y fertilización, la poda de árboles o partes de árboles improductivos y el uso de cultivos trampa como complemento de manejo (Instituto Colombiano Agropecuario ICA, 2010).

El concepto de cultivo trampa y su aplicación dentro de las estrategias de control, debe estar supeditado a una sólida base técnica y una profunda información de apoyo (monitoreos de poblaciones, muestreo de frutos, observaciones directas en campo), de actuar con ligereza se pueden obtener resultados contrarios, por lo tanto se recomienda que solamente fruticultores bien organizados y con programas de control establecidos lo consideren como una estrategia más (Instituto Colombiano Agropecuario ICA, 2010).

**2.6.3 Componente químico:** se basa en la determinación de niveles de infestación y ubicación de focos de la plaga en el cultivo. Con el criterio técnico de un Ingeniero Agrónomo y el uso adecuado del equipo de protección, se efectúan aplicaciones foliares de cebos tóxicos, ubicación de estaciones cebo y aniquilación de machos con atrayentes y químicos en mezcla. Las aplicaciones foliares de insecticidas cubriendo todo el cultivo, están en desuso (Instituto Colombiano Agropecuario ICA, 2010).

**2.6.4 Componente Biológico:** Se realiza mediante la conservación o multiplicación de organismos vivos antagonistas de moscas de la fruta, ha sido exitosa la liberación de parasitoides como *Aganaspis pelleranoi*, *Diachasmimorpha longicaudata* y *Doryctobracon tryoni*, entre otros. También se ha observado el efecto de control sobre moscas de la fruta causado por hongos entomopatógenos, mediante la aplicación al suelo de *Beauveria bassiana*, dirigido al plato de los árboles, este patógeno ejerce control de larvas o pupas de la plaga (Instituto Colombiano Agropecuario ICA, 2010).

Se han adelantado algunos trabajos en control biológico a nivel mundial mediante el uso de nemátodos (*Steinernema feltiae*), bacterias (*Bacillus thuringiensis*), virus (poco explorado) y predadores (Instituto Colombiano Agropecuario ICA, 2010). De estos trabajos se ha podido concluir que un enemigo natural es efectivo si posee las siguientes características:

- Alta capacidad de búsqueda
- Debe ser específico en cuanto a la especie que ataca
- Debe poseer un potencial biótico de reproducción mayor al huésped
- Que pueda reproducirse con facilidad bajo condiciones de laboratorio

De acuerdo a Aluja (1993) Los frutales son un agro ecosistema estable, con cultivos de tipo perenne, requerimiento que genera condiciones óptimas para el desarrollo de enemigos naturales.

**2.6.5 Componente autocidal:** Se implementa utilizando la técnica del insecto estéril (TIE), mediante la liberación en forma sistemática de un gran número de insectos esterilizados de una especie plaga para reducir la posibilidad de reproducción entre insectos de una población natural de la misma plaga (Instituto Colombiano Agropecuario ICA, 2010).

**2.6.6 Componente legal:** Es un elemento esencial en todo programa de protección fitosanitaria, son las medidas de tipo legal, que permiten controlar la dispersión de una plaga determinada. Cualquier programa de manejo integrado de plagas debe estar apoyado por regulaciones que coadyuven a ampliar el área de influencia de las recomendaciones técnicas y que además eviten que regiones libres de cierta plaga sean infestadas (Instituto Colombiano Agropecuario ICA, 2010).

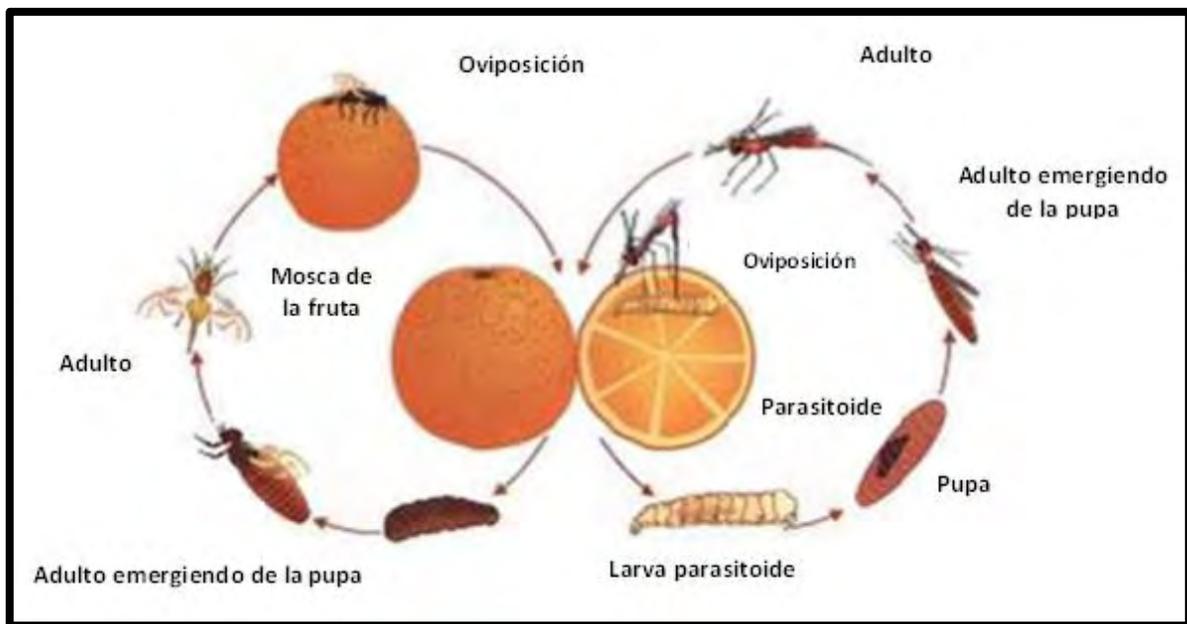
El Instituto Colombiano Agropecuario ICA encargado de velar por la sanidad agrícola del país, ejecuta el control legal a través de la elaboración, promulgación y seguimiento al cumplimiento de normas que regulen la actividad de producción y comercialización de frutas frescas para exportación. La resolución 1806 de 2004 reglamenta el registro de predios de producción de fruta fresca para exportación, así como el registro de sus exportadores (Instituto Colombiano Agropecuario ICA, 2010).

## **2.7 Generalidades de parasitoides de moscas de la fruta**

Los parasitoides de moscas de la fruta conforman un grupo amplio y diverso de especies que atacan los diferentes estados del desarrollo de la plaga. No obstante su diversidad, el principal punto de unión de estos parasitoides se encuentra en la búsqueda del hospedero que está relacionado con la fruta infestada. Desde los parasitoides de huevos hasta los parasitoides de pupa, todos realizan el forrajeo del hospedero cerca del hábitat de la plaga (Cancino y Ruiz, 2010).

Los parasitoides son insectos caracterizados por que el desarrollo de sus estados inmaduros se realiza en el interior o sobre un hospedero (generalmente otro insecto), del cual se alimentan y le ocasionan la muerte. Solamente un hospedero es necesario para completar el desarrollo de un parasitoide (Godfray 1994, Quicke 1997).

Generalmente los parasitoides no se desarrollan sobre el estado adulto del hospedero, sin embargo, en algunas especies los parasitoides adultos se alimentan del hospedero como un requisito básico de su dieta (Van Alphen y Jervis, 1996), (Figura 2). De acuerdo con algunos autores, los parasitoides se ubican en un término medio entre los parásitos y los depredadores, con la diferencia de que los primeros viven a expensas de su hospedero sin causarles la muerte; los segundos por su parte, aprovechan todas las ventajas físicas o adaptativas de la presa, la cual consumen total o parcialmente. Los parasitoides actúan como un parásito del hospedero, pero su comportamiento ecológico poblacional corresponde al de un depredador (Vinson 1984, Quicke 1997).



**Figura 2.** Ciclo de encuentro parasitoide - larva de mosca de la fruta (CESVO, 2014).

Los parasitoides de moscas de la fruta se agrupan en diversas familias del orden hymenoptera. Son un grupo muy amplio que se desarrolla en los diferentes estados inmaduros del hospedero (huevos, larvas o pupas), por lo que su amplia

diversidad dificulta generalizar su biología y comportamiento (Cancino y Ruiz, 2010).

El comportamiento de búsqueda de hospedero es un buen punto de unión en la biología de estos organismos. Para localizar sus hospederos, los parasitoides utilizan principalmente semioquímicos que son emitidos desde la fruta infestada. Estas sustancias generalmente son volátiles aromáticos que se dispersan fácilmente en el ambiente. Posteriormente al arribo de los parasitoides a la fruta infestada estos son guiados por pistas más específicas. En el caso de parasitoides de pupa se considera que la forma de la misma puede ser un indicador muy importante acerca de cómo encontrar el hospedero (Vinson 1976, Romani *et al.* 2002).

El caso de los parasitoides de huevos no es diferente, pero no se sabe con certeza cómo los parasitoides ubican a su hospedero. Factores como la forma y el color del fruto, junto a los semioquímicos que los huevecillos despiden, juegan un papel importante en el proceso de búsqueda de estos parasitoides. El tiempo de desarrollo de los parasitoides en el hospedero es variable en cada especie, sin embargo, en la mayoría de los casos la emergencia de los adultos coincide con la emergencia de sus hospederos (Sivinski 1993, Jang *et al.* 2000).

Los adultos emergidos copulan de una manera rápida y posteriormente las hembras desarrollan un proceso de búsqueda en donde diferentes factores, básicamente semioquímicos, juegan un papel importante para localizar al hospedero, analizarlo y ovipositar. La oviposición es una actividad que plantea un panorama competitivo entre los adultos, así como entre los estados inmaduros al interior del hospedero, todo esto muchas veces como resultado del superparasitismo (Cancino y Ruiz, 2010).

La competencia intraespecífica se considera que tiene un efecto notable sobre la dinámica poblacional de la especie, por lo que se ha estudiado de manera amplia obteniendo conclusiones importantes como considerar que el superparasitismo puede ser ventajoso y adaptativo (Cancino y Ruiz, 2010).

El interés científico en los parasitoides de moscas de la fruta reside en que son el grupo de enemigos naturales de mayor importancia en el control de esta plaga. Su uso a través de liberaciones aumentativas representa una manera viable para reducir las poblaciones de moscas (Wong *et al.* 1991, Sivinski *et al.* 1996, Montoya *et al.* 2000), lo cual implica el manejo de insectos en laboratorio para su cría masiva, empaque y liberación. Gracias al conocimiento de la biología y comportamiento de estos organismos se ha logrado desarrollar una gran cantidad de técnicas de cría masiva y de aplicación en el campo, lo que brinda un amplio soporte a los programas de control biológico que se establecen contra este tipo de plagas (Cancino y Ruiz, 2010).

Existen países en los cuales se ha trabajado constantemente en la identificación y conocimiento de especies de hymenopteros parasitoides en el control de moscas de la fruta, sobresalen los trabajos realizados en Florida (Baranowski *et al.*, 1993, Burns *et al.*, 1994), Hawaii (Wong 1990), México (Hernández *et al.*, 1994), Guatemala (Cancino *et al.*, 1996), Costa Rica (Camacho, 1994) y Brasil (Leonel *et al.*, 1995; Canal *et al.*, 1995). Se ha demostrado que el empleo de este grupo de insectos para el control de poblaciones de moscas de la fruta ha dado buenos resultados en Australia y USA, casi siempre en relación con el empleo de la Técnica del Insecto Estéril (TIE) (Ferrara *et al.*, 2013).

Actualmente se reconocen cerca de 82 especies en el mundo de parasitoides pertenecientes a diferentes familias que han sido obtenidos de mosca de la fruta, pero la mayoría de ellos y los más importantes pertenecen a la familia Braconidae, dentro de la cual una gran parte pertenecen a la subfamilia Opiinae (Wharton,

1989). La familia Braconidae es una de las más importantes del orden Hymenoptera, con cerca de 15000 especies conocidas, la mayoría de ellas parasitoides de otras especies de insectos (Wharton, 1993). Los estudios más recientes la dividen en 30 subfamilias (Sharkey, 1993). Dentro de los Braconidae, las subfamilias Opiinae y Alysiinae forman un grupo monofilético, caracterizado por el endoparasitismo de dípteros ciclorrafos (Wharton, 1989).

En Colombia las especies de parasitoides que atacan las moscas de la familia Tephritidae y su distribución son ampliamente desconocidas, a pesar de que se han identificado 22 especies pertenecientes a 5 familias (Canal, 2000). De acuerdo a Ovruski *et al.* (2000) la diversidad de parasitoides en Colombia es menor (7 especies) comparada con la gran diversidad de parasitoides de países como Venezuela (12 especies), Argentina (12 especies), Costa Rica (15 especies), Brasil (17 especies) y México (18 especies). Esta situación puede deberse a los pocos estudios encaminados a conocer la biodiversidad de estos organismos en todo el territorio colombiano, por lo tanto es importante la realización de estudios en donde se identifiquen las especies de parasitoides que atacan las moscas de la familia y su distribución en el departamento de Nariño.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Fase de Campo**

Esta fase se realizó en siete municipios del departamento de Nariño, La Unión, Buesaco, Arboleda, Imués, Tangua, Yacuanquer y Taminango (Tabla 1). En cada municipio se seleccionaron dos fincas al azar en cada muestreo, la recolección de frutos se realizó en dos salidas por mes, durante los meses de Enero a Diciembre de 2014.

**Tabla 1.** Lugares de ubicación del muestreo de frutos realizado en siete municipios del departamento de Nariño

<b>Municipio</b>	<b>Veredas</b>	<b>Rango Altitudinal</b>
Arboleda	Las Palmas, Rosa Florida, El Olivo, El Empate, San Vicente.	Entre 1423 msnm Hasta 1900 msnm
Buesaco	Higuerones, Pajajoy, Sumapaz, Villa Moreno.	Entre 1702 msnm Hasta 2261 msnm
Imués	Pilcuan, El pedregal, Santa Rosa.	Entre 1809 msnm Hasta 2127 msnm
La Unión	La Betulia, Chilcal Bajo, La Playa, Juan Solarte, Pradera A, La Cañada, Chaguarurco, El Mayo.	Entre 1432 msnm Hasta 1849 msnm
Taminango	Panoya, Guayacanal, Paso Feo, Alto Don Diego.	Entre 1333 msnm Hasta 1842 msnm
Tangua	El Obraje, Tapialquer Bajo, Tablón Obraje, El Yunguillo.	Entre 1885 msnm Hasta 2183 msnm
Yacuanquer	Minda, Inantás Bajo, Arguello Alto, Tasnaque, La Cocha, Chapacual, Zaragoza.	Entre 1814 msnm Hasta 2110 msnm

Los frutos fueron colectados directamente de la planta según su disponibilidad y dependiendo de las épocas de maduración de cada fruta, se seleccionaron totalmente maduros o sobremaduros y con signos de oviposición o que por sus características físicas tuvieran mayor probabilidad de estar infestados.

Se tomaron frutos de varias especies frutales (de especies iguales, una sola muestra), hasta reunir entre 0,5-1 kg o un número determinado de frutos por muestra, no se colectaron frutos verdes y las muestras se tomaron completamente al azar, cada muestra colectada se introdujo en bolsas plásticas con todos los datos requeridos para su identificación.

Posteriormente las muestras cuidadosamente empacadas y etiquetadas se guardaron en una caja de icopor, inmediatamente después de terminada la labor de muestreo del día, las muestras se trasladaron al laboratorio de Entomología de la Universidad de Nariño.

### 3.2 Fase de Laboratorio

Antes de procesar los frutos, estos se pesaron y se registró esta información en la base de datos. Se retiraron los frutos de las bolsas y estas se revisaron cuidadosamente ante la posibilidad de que larvas maduras hubiesen abandonado los frutos y fueran retenidas en su interior. Posteriormente se evaluaron los frutos recolectados en el muestreo y se decidió con base en su grado de maduración si se realizaba la disección para la extracción de las larvas o si por el contrario se dejaban en cámaras de cría para maduración de frutos y desarrollo de las larvas.

Las muestras que se encontraban maduras se disectaron en ese mismo momento, las muestras que contenían frutos con principios de madurez o madurez media se colocaron en cámaras de maduración destinadas a cumplir un periodo de almacenamiento. Los frutos se colocaron dentro de las cámaras o cajas plásticas con dimensiones de 26 X 26 X 8 cm<sup>3</sup>, en el fondo cada muestra se colocó papel absorbente que diariamente fue humedecido con agua destilada, evitando así la deshidratación de los frutos y la mortalidad de las larvas, esta caja de maduración fue cubierta con una tapa con malla de tul para su aireación.

Los frutos se dejaron allí de tres (3) a diez (10) días con el fin de que durante este lapso los huevos o larvas pequeñas alcanzaran el instar tres de desarrollo. Las cámaras de maduración se revisaron periódicamente con el objeto de visualizar la madurez de los frutos y determinar si se requería hacer su disección, se contabilizaron las larvas que permanecieron en su interior (Figura 3).



**Figura 3.** Cámaras de maduración

### **3.2.1 Disección de frutos**

La disección del fruto se realizó con la ayuda de un cuchillo para los cortes gruesos y de un bisturí para los cortes delicados. Para extraer las larvas del tercer instar (L3) de la pulpa se usaron pinzas blandas o pinceles, y se pasaron a las cámaras de pupación, con el fin de que éstas continuaran con su ciclo biológico y obtener los adultos para su identificación.

### **3.2.2 Cámaras de pupación**

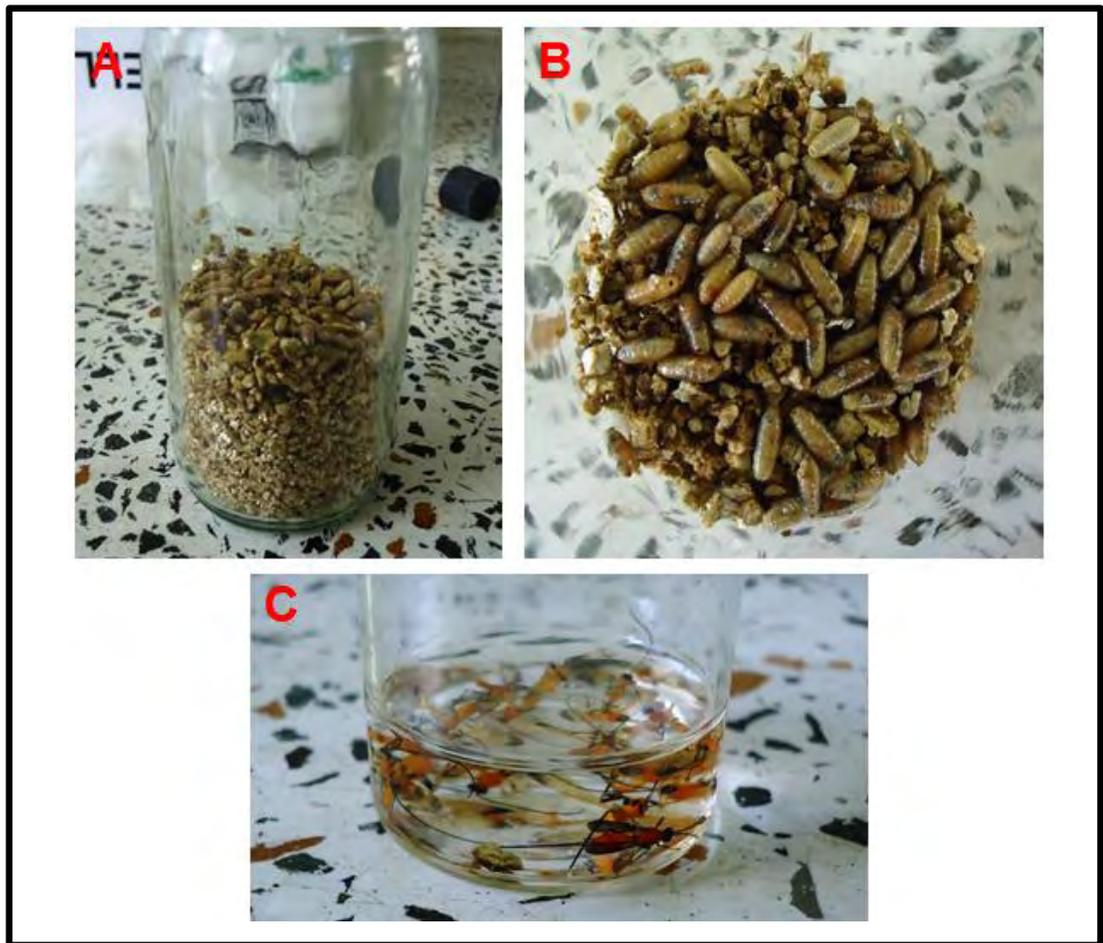
Se utilizaron frascos de vidrio con 15 gramos de vermiculita esterilizada y humedecida en relación 1:3 (p / v) con agua destilada para su empupamiento. Las larvas de tercer instar y las pupas se colocaron dentro de estas cámaras hasta alcanzar el estado adulto. Una vez emergieron los adultos, se dejaron dentro de las cámaras entre dos (2) a tres (3) días, hasta que desarrollaron completamente las alas y se les fijaron adecuadamente los colores. Los adultos se alimentaron con una solución azucarada. Pasados dos (2) a tres (3) días de emergidos los adultos, se pasaron a frascos con alcohol al 70%, para su conservación e identificación taxonómica. Estas muestras se marcaron con los mismos datos de colección de las frutas (Figura 4).

### **3.3 Identificación de especies**

**3.3.1 Identificación de Plantas Hospederas:** Para la identificación de las plantas hospederas desconocidas se coleccionaron partes de plantas como ramas, tallos, hojas, flores y frutos, la identificación se realizó por medio del Herbario de la Universidad de Nariño.

#### **3.3.2 Identificación de especies de moscas de la fruta y parasitoides**

Las moscas que emergieron fueron identificadas por medio de caracteres morfológicos del tórax, alas y ovipositor, usando las claves taxonómicas de Korytkowski, (2009). Los parasitoides fueron identificados utilizando la clave de "Parasitoids of Fruit-Infesting Tephritidae" desarrollado por Wharton y Yoder (2015). Para la confirmación específica de las moscas y parasitoides, estos fueron remitidos al especialista en el tema, el Doctor Nelson Augusto Canal, director del Grupo De Investigación en Moscas de La Fruta "GIMFRUT" en la Universidad del Tolima.



**Figura 4.** Cámaras de pupación. A. Frasco con vermiculita, B. Pupas, C. Parasitoides emergidos y depositados en frascos de vidrio.

### 3.4 Análisis de datos

Con los datos obtenidos en la fase de laboratorio se calculó el nivel de infestación de las muestras de frutos (I), el porcentaje de parasitismo (%P) y la frecuencia de ocurrencia de especies de parasitoides (%F). Núñez *et al.* (2004a), Taira *et al.*, (2013), Uchôa *et al.* (2003), Baranowski *et al.*, (1993). Con las siguientes formulas:

$$I = \frac{\text{Número de larvas obtenidas de una muestra de fruta}}{\text{Número de frutos de la muestra}}$$

$$\% P = \frac{\text{Número de parasitoides emergidos}}{\text{Número de moscas emergidas}} \times 100$$

$$\% F = \frac{\text{Número de individuos de una determinada especie de parasitoide}}{\text{Número total de parasitoides}} \times 100$$

### 3.4.1 Índices de diversidad

Para evaluar la abundancia y diversidad de los parasitoides colectados durante doce meses de muestreo en siete municipios del departamento de Nariño se utilizaron los siguientes índices de diversidad:

- **Índice de Simpson:**

También conocido como el índice de la diversidad de las especies o índice de dominancia. El índice de Simpson representa la probabilidad de que dos individuos, dentro de un hábitat, seleccionados al azar pertenezcan a la misma especie (Villareal *et al.* 2006).

La fórmula para el índice de Simpson es:

$$D = \Sigma \left[ \frac{(n_i^2 - n_i)}{(N^2 - N)} \right]$$

Dónde:

$n_i$  = Número de individuos en la *i*ésima especie

N = Número total de individuos en la muestra

- **Índice de Shannon-Wiener:**

Asume que todas las especies están representadas en las muestras; indica qué tan uniformes están representadas las especies (en abundancia) teniendo en cuenta todas las especies muestreadas (Villareal *et al.* 2006). Este índice puede verse fuertemente influenciado por las especies más abundantes. En la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0,5 y 5, aunque su valor normal está entre 2 y 3; valores inferiores a 2 se consideran bajos y superiores a 3 son altos.

La fórmula para el índice de Shannon-Wiener es:

$$H' = -\sum p_i \ln p_i \quad \gamma \quad \sum p_i = 1$$

Dónde:

$P_i$  = abundancia proporcional de la especie  $i$ , lo cual implica obtener el número de individuos de la especie  $i$  dividido entre el número total de individuos de la muestra.

- **Índice de Margalef:**

Estima la biodiversidad de una comunidad con base a la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existentes en la muestra analizada (Villareal *et al.* 2006). El mínimo valor que puede adoptar es cero, y ocurre cuando solo existe una especie en la muestra ( $s=1$ , por lo que  $s-1=0$ ).

La fórmula para el índice de Margalef es:

$$D_{Mg} = \frac{S-1}{\ln N}$$

Dónde:

S = Número de especies

N= Número total de individuos

- **Índice de Brillouin:**

Asume que toda la población ha sido muestreada; predice como están representadas las especies con relación entre el número total de individuos de todas las especies y el número de individuos de cada especie (Villareal *et al.* 2006). El valor máximo del índice en pocas ocasiones es superior a 4.5.

La fórmula para el índice de Brillouin es:

$$HB = \frac{\ln N! - \sum \ln N_i!}{N}$$

Dónde:

N = número total de individuos

$N_i$  = número total de individuos de la especie  $i$

La expresión  $N!$  significa  $N$  factorial

## IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

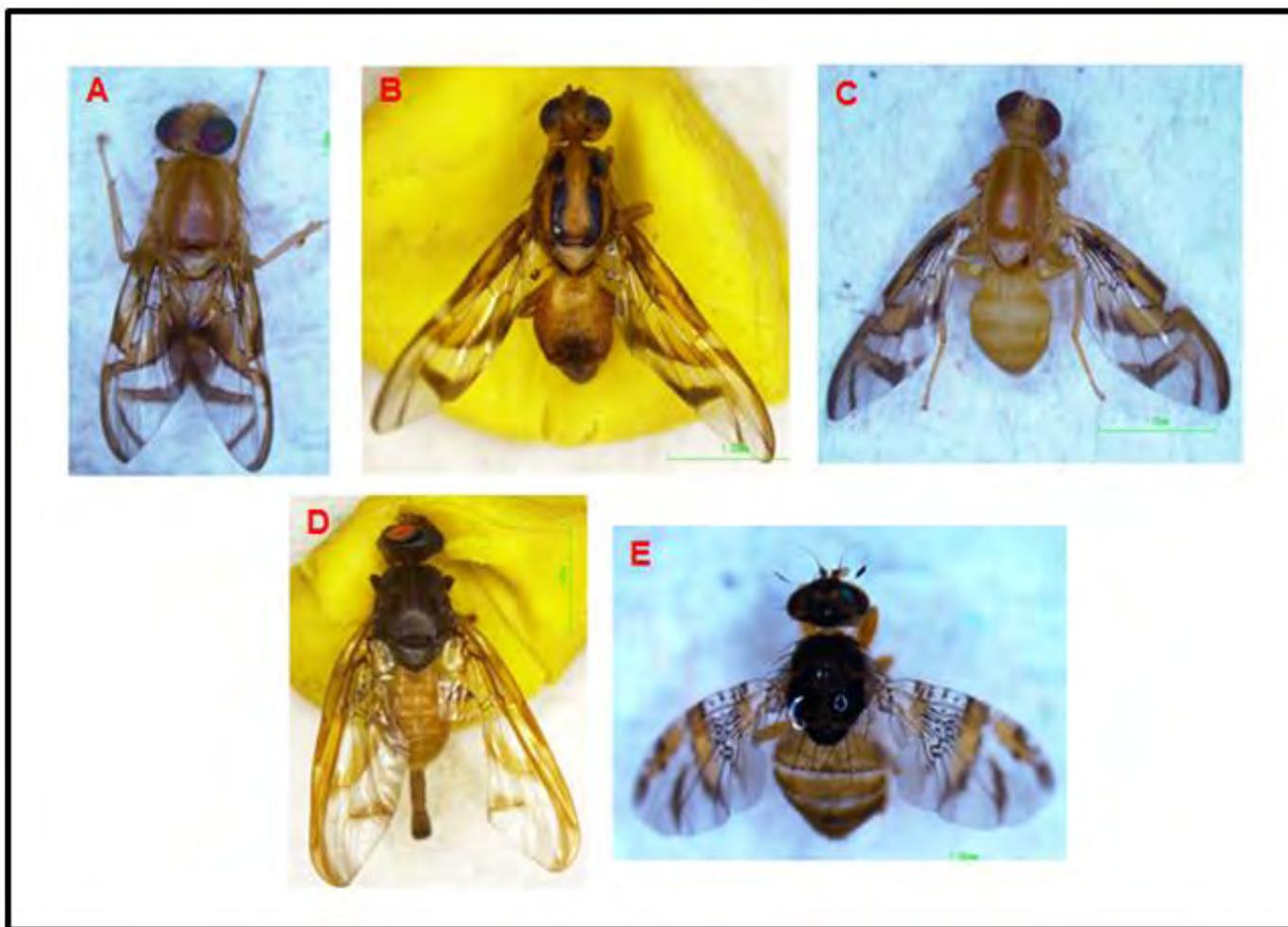
### 4.1 Reconocimiento de moscas de la fruta

Se realizaron 168 muestreos en los municipios de La Unión, Buesaco, Arboleda, Imués, Tangua, Yacuanquer y Taminango, en donde se colectaron 14005 frutos correspondientes a 16 especies de plantas hospederas, pertenecientes a diez familias botánicas (Rubiaceae, Rosaceae, Myrtaceae, Fabaceae, Anacardiaceae, Rutaceae, Cucurbitaceae, Annonaceae, Solanaceae y Caricaceae), de las cuales todas presentaron infestación por moscas de las frutas o parasitoides, a excepción de la familia Annonaceae.

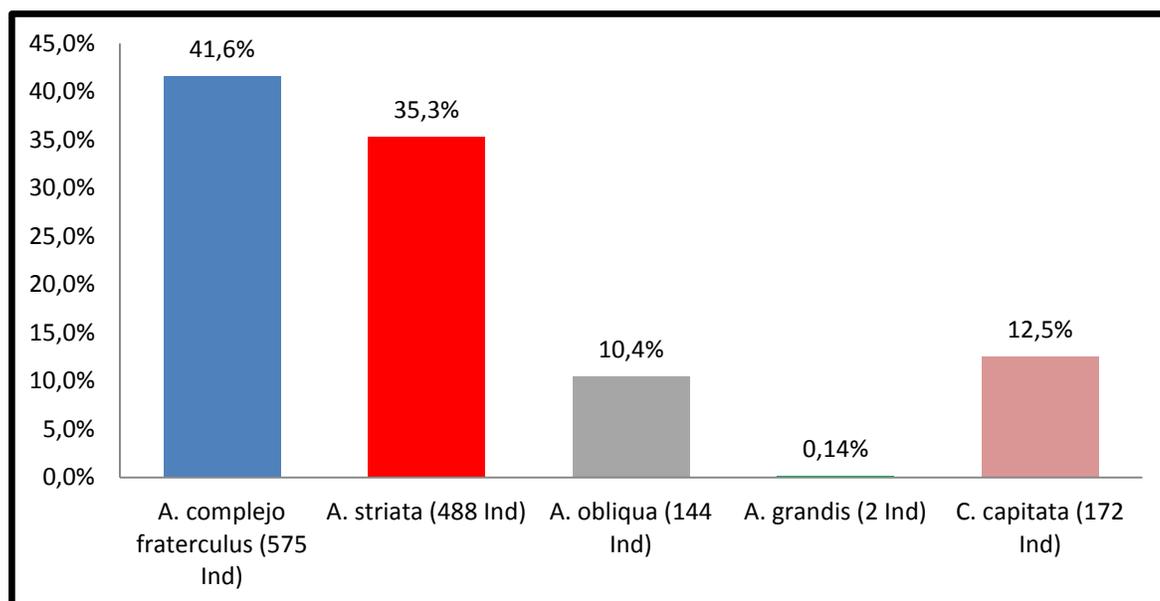
En estos frutos y durante los doce meses de muestreo se recuperaron 1381 individuos de moscas de la fruta, número considerado bajo debido a que un porcentaje de los insectos emergidos no pertenecieron a la familia Tephritidae, por otra parte las condiciones ambientales (temperatura, humedad) de las muestras procesadas no fueron controladas, variando según las condiciones externas del laboratorio. Teniendo en cuenta estas circunstancias fue que en campo se colectaron la mayor cantidad de frutos de especies botánicas disponibles.

Cuatro especies encontradas pertenecieron al género *Anastrepha* y una especie al género *Ceratitis*, previamente reportadas para el departamento de Nariño (Portilla *et al.* 1994) y consideradas de importancia económica y cuarentenaria para Colombia (Castañeda *et al.*, 2010).

Las especies de moscas de la fruta recuperadas en este estudio correspondieron a: *Anastrepha* complejo *fraterculus* con un 41,6% (575 individuos), *Anastrepha striata* con un 35,3% (488 individuos), *Anastrepha obliqua* con 10,4% (144 individuos), *Anastrepha grandis* 0,14% (2 individuos) y *Ceratitis capitata* con 12,5% (172 individuos) (Figura 5) (Figura 6).



**Figura 5.** Especies de Moscas de la fruta colectadas en siete Municipios del Departamento de Nariño. **A.** *Anastrepha* complejo *fraterculus*, **B.** *Anastrepha striata*, **C.** *Anastrepha obliqua* **D.** *Anastrepha grandis* **E.** *Ceratitis capitata*



**Figura 6.** Porcentaje de especies de moscas de la fruta colectadas durante doce meses de muestreo en siete municipios del departamento de Nariño.

El género *Anastrepha* es un taxón neotropical que cuenta con cerca de 204 especies (Norrbom, 2004) y se distribuyen desde el nivel del mar hasta los 2130 m de altitud (Núñez, 1981). En la presente investigación *A. complejo fraterculus*, *A. striata*, *A. obliqua* y *A. grandis* fueron encontradas entre los 1192 y 2264 msnm.

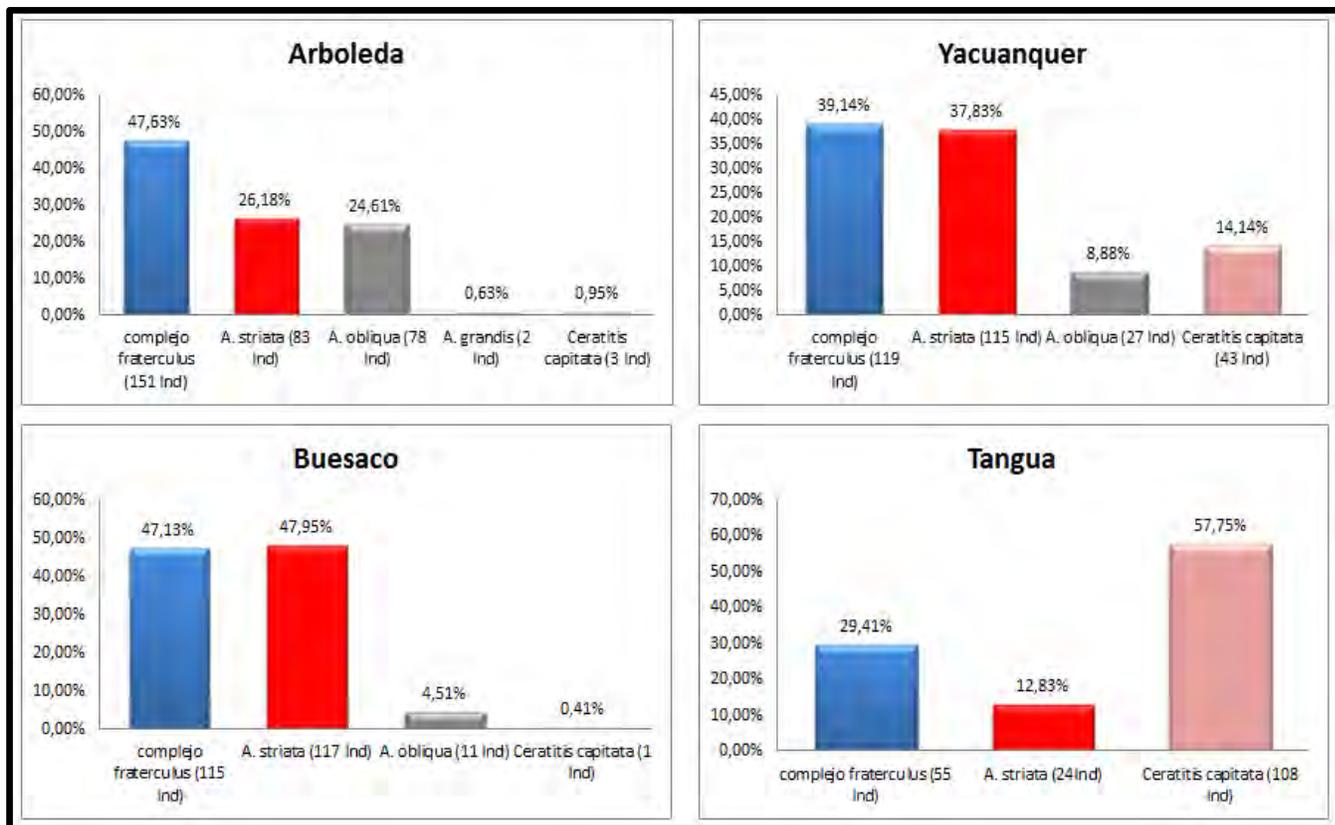
En cuanto a la especie *Ceratitidis capitata*, y de acuerdo a los datos del Instituto Colombiano Agropecuario ICA (2012), en los resultados de Vigilancia Fitosanitaria sobre Moscas de la Fruta en el departamento de Nariño, en la ruta de monitoreo establecida en esa época entre el paso fronterizo Puente Internacional de Rumichaca, en el municipio de Ipiales hasta el municipio de Tangua, esta especie se reporta desde los 1797 a 1917 msnm, de los 2000 m de altura en adelante no se reportan capturas, sin embargo en este trabajo la distribución altitudinal para *C. capitata* estuvo entre los 1333 y 2183 msnm, colectada en los municipios de

Yacuanquer, Arboleda, Taminango, Imués, Buesaco y Tangua y recuperada causando afectación a frutos de café, níspero, papaya, mandarina y feijoa.

De acuerdo a Aluja *et al.*, (2003) *A. complejo fraterculus*, *A. striata*, *A. obliqua* son especies conocidas dentro del género por su polifagia y gran capacidad de adaptación. En el estudio realizado por Castañeda *et al.*, (2010), el rango altitudinal para el género *Anastrepha* estuvo entre los 300 y 2.500 msnm. Las especies predominantes correspondieron a *A. striata*, *A. fraterculus* y *A. obliqua*. Del mismo modo otros autores como Giraldo *et al.* (2008) en el Valle del Cauca y King (2005) en Tolima reportaron la presencia de estas mismas especies en sus trabajos, por lo tanto no es extraño que hayan sido las especies con mayor presencia en este estudio.

Sin embargo, de acuerdo a Zucchi, (2000) el primer factor que debe incidir sobre la distribución altitudinal de las especies de *Anastrepha* es la presencia de su hospedero, lo que concuerda con lo planteado por Castañeda *et al* (2010) quienes también afirman que la presencia de ciertas especies de moscas de la fruta en un determinado rango altitudinal puede deberse a la disponibilidad de la planta huésped, por lo tanto sugieren para el estudio de esta plaga la búsqueda de hospederos alternativos, con el fin de conocer la relación planta - hospedero, y determinar la secuencia temporal de la presencia de la plaga y de este modo tener una idea real de la diversidad de especies en la región.

Los municipios Arboleda, Yacuanquer, Buesaco y Tangua fueron las localidades donde las especies de moscas de la fruta presentaron mayor abundancia durante los meses de muestreo. El total de individuos recuperados en estos cuatro municipios correspondió a 1052 especímenes, en donde el municipio de Arboleda fue el que mayor individuos presentó con 317, seguido por Yacuanquer con 304, y Buesaco y Tangua con 244 y 187 respectivamente (Figura 7).



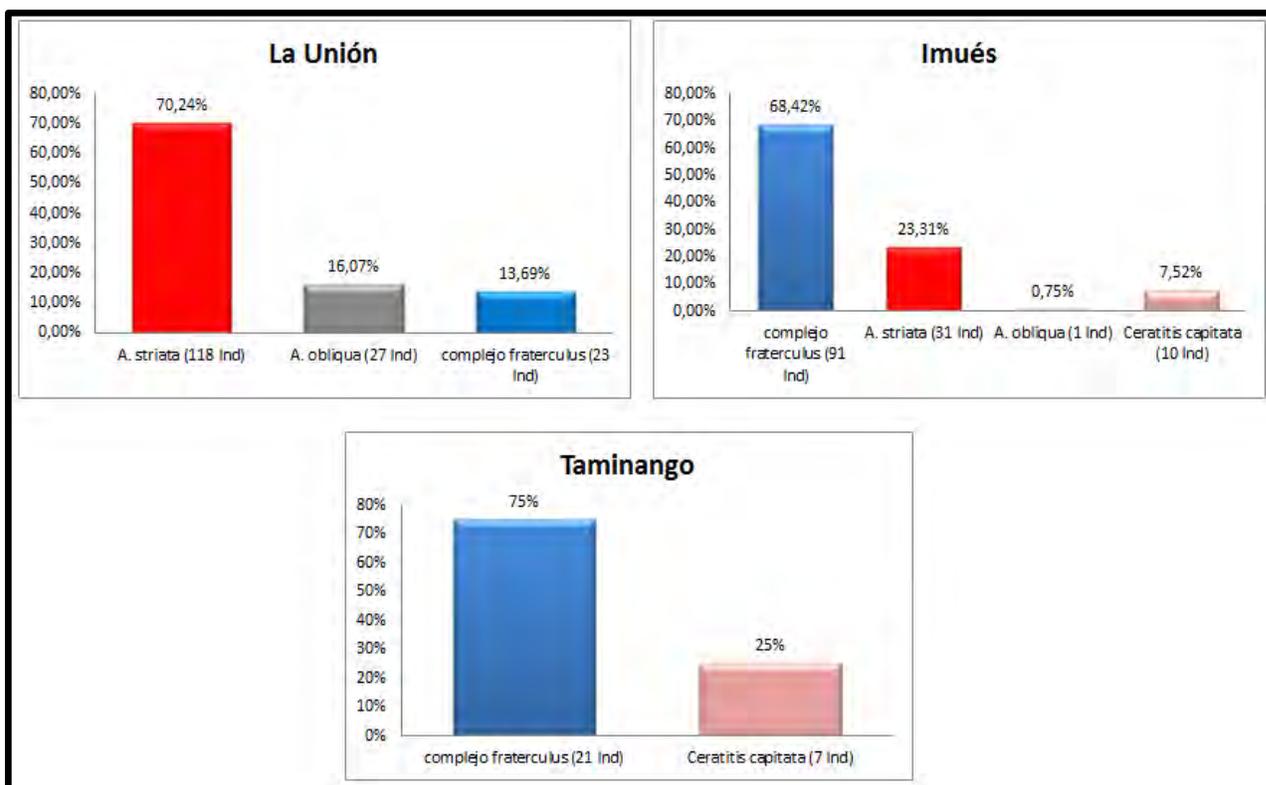
**Figura 7.** Mayores abundancias de especies de moscas de la fruta en cuatro municipios del departamento de Nariño.

En el municipio de Arboleda se presentaron cinco especies de moscas de la fruta, pertenecientes a las especies *Anastrepha* complejo *fraterculus* con un 47,63% (151 individuos), *Anastrepha striata* con 26,18% (83 individuos), *Anastrepha obliqua* con 24,60% (78 individuos), *Anastrepha grandis* 0,63% (2 individuos) y *Ceratitis capitata* con 0,94% (3 individuos) (Figura 7).

En los municipios de Yacuanquer y Buesaco se presentaron cuatro especies de mosca: *Anastrepha* complejo *fraterculus*, *Anastrepha striata*, *Anastrepha obliqua* y *Ceratitis capitata*. En Yacuanquer la mayor abundancia de especies correspondió a *Anastrepha* complejo *fraterculus* con 39,14% (119 Individuos), a diferencia de Buesaco en donde la mayor abundancia de individuos los presentó *Anastrepha striata* con 47,95% (117 individuos) (Figura 7).

Por su parte, en Tangua se observó la menor diversidad de especies de mosca, ya que sólo se identificaron tres especies, *Anastrepha* complejo *fraterculus*, *Anastrepha striata* y *Ceratitis capitata*, siendo esta última la especie de mayor abundancia con 57,75% (108 individuos) (Figura 7).

Los tres restantes municipios evaluados (La Unión, Imués y Taminango), presentaron el menor número de individuos de moscas de la fruta, con un total de 329 individuos colectados. En éste grupo, el municipio que presentó mayor número de mosca de la fruta fue Imués, con las especies *Anastrepha* complejo *fraterculus* con un 68,42% (91 Individuos), *Anastrepha striata* con 23,31% (31 Individuos), *Anastrepha obliqua* con 0,75% (1 Individuo) y *Ceratitis capitata* con 7,52% (10 Individuos) (Figura 8).



**Figura 8.** Menores abundancias de especies de moscas de la fruta en tres municipios del departamento de Nariño.

En el municipio de La Unión se obtuvieron tres especies de moscas de la fruta, en donde *Anastrepha striata* fue la especie con mayor número de individuos (118) equivalente a un 70,24%, seguida de *Anastrepha obliqua* con 16,07% (27 Individuos) y *Anastrepha* complejo *fraterculus* con un 13,69% (23 Individuos). Finalmente en Taminango se obtuvo sólo dos especies con un número de individuos bajo, *Anastrepha* complejo *fraterculus* con un 75% (21 Individuos) y *Ceratitis capitata* con 25% (7 Individuos) (Figura 8).

#### **4.2 Relación entre hospederos y moscas de la fruta**

De las nueve familias botánicas que resultaron afectadas, las correspondientes a Rubiaceae, Rosaceae y Myrtaceae presentaron el mayor número de especies de moscas de la fruta afectando frutos con 80% cada una (Tabla 2).

La especie vegetales *Coffea arabica*, perteneciente a la familia Rubiaceae y *Acca sellowiana*, de la familia Myrtaceae fueron las plantas hospederas que mostraron mayor presencia de moscas de la fruta, con cuatro especies identificadas como *Anastrepha* complejo *fraterculus*, *Anastrepha obliqua*, *Anastrepha striata* y *Ceratitis capitata*, mientras que la especie *Eriobotrya japonica* (Rosaceae) fue hospedera de tres especies: *Anastrepha* complejo *fraterculus*, *Anastrepha striata* y *Ceratitis capitata*, al igual que la especie *Psidium guajava* (Myrtaceae) quien resultó afectada por la presencia de *Anastrepha* complejo *fraterculus*, *Anastrepha striata* y *Anastrepha obliqua*. Por su parte la especie *Prunus pérsica* (Rosaceae) presentó solo dos especies, *Anastrepha* complejo *fraterculus* y *Anastrepha obliqua* (Tabla 2).

**Tabla 2.** Relación entre Moscas de la Fruta y plantas hospederas.

Plantas hospederas	Nombre Común	Especies Moscas de la Fruta
<b>Rubiaceae</b>		
<i>Coffea arabica</i>	Café	<i>A. complejo fraterculus</i> , <i>A. striata</i> , <i>A. obliqua</i> , <i>Ceratitis capitata</i> .
<b>Rosaceae</b>		
<i>Prunus persica</i>	Durazno	<i>A. complejo fraterculus</i> , <i>A. obliqua</i> .
<i>Eriobotrya japonica</i>	Níspero	<i>A. complejo fraterculus</i> , <i>A. striata</i> , <i>Ceratitis capitata</i> .
<b>Myrtaceae</b>		
<i>Acca sellowiana</i>	Feijoa	<i>A. complejo fraterculus</i> , <i>A. striata</i> , <i>A. obliqua</i> , <i>Ceratitis capitata</i> .
<i>Psidium guajava</i>	Guayaba	<i>A. complejo fraterculus</i> , <i>A. striata</i> , <i>A. obliqua</i> .
<b>Fabaceae</b>		
<i>Inga</i> sp.	Guama	<i>A. striata</i>
<b>Anacardiaceae</b>		
<i>Spondias mombin</i>	Hobo	<i>A. striata</i> , <i>A. obliqua</i>
<i>Mangifera indica</i>	Mango	<i>A. striata</i>
<b>Rutaceae</b>		
<i>Citrus nobilis</i>	Mandarina	<i>Ceratitis capitata</i>
<i>Citrus sinensis</i>	Naranja	<i>A. striata</i> , <i>A. obliqua</i> .
<i>Citrus aurantifolia</i>	Lima	0 especies
<b>Cucurbitaceae</b>		
<i>Cucurbita</i> sp.	Zapallo	<i>A. grandis</i>
<b>Annonaceae</b>		
<i>Annona Cherimola</i>	Chirimoya	0 especies
<b>Solanaceae</b>		
<i>Cyphomandra betacea</i>	Tomate de árbol	0 especies
<i>Solanum quitoense</i>	Lulo	0 especies
<b>Caricaceae</b>		
<i>Carica papaya</i>	Papaya	0 especies

En las familias Fabaceae, Anacardiaceae, Rutaceae y Cucurbitaceae se encontró un número menor de moscas de la fruta, las cuales fluctuaron entre una y dos especies, tampoco fue posible observar afectación en la familia Annonaceae, sin embargo en las familias Solanaceae y Caricaceae a pesar de haberse presentado infestación en los frutos no se obtuvo adultos de moscas de la fruta ni parasitoides (Tabla 2).

Las especies vegetales *Spondias mombin* (Anacardiaceae) y *Citrus sinensis* (Rutaceae) presentaron afectación por la presencia de *Anastrepha striata* y *Anastrepha obliqua*, mientras que *Mangifera indica* (Anacardiaceae), *Citrus nobilis*

(Rutaceae) y *Cucurbita* sp (Cucurbitaceae) solo presentaron una especie de mosca, *Anastrepha striata*, *Ceratitis capitata* y *Anastrepha grandis*, respectivamente (Tabla 2).

Estudios realizados por Aluja *et al.*, (2003) han permitido demostrar que las especies polífagas usan diferentes hospederos como estrategia ecológica para mantener poblaciones significativas en épocas de poca presencia de frutos, incluso comparten hospederos con otras especies polífagas, lo que explica la presencia de estas especies de mosca compartiendo hospederos como: *Coffea arabica*, *Acca sellowiana*, *Eriobotrya japonica*, *Psidium guajava*, *Prunus persica*, *Spondias mombin*, *Citrus sinensis*, *Mangifera indica*, *Citrus nobilis* y *Cucurbita* sp.

Según Núñez *et al.*, (2004a); Castañeda *et al.* (2010); Sarmiento *et al.*, (2012) y Ruiz *et al.*, (2013); *A. striata* es asociada con plantas de la familia Myrtaceae, pero en el neotrópico se ha encontrado que afecta 18 especies de plantas de 7 familias y se ha reportado en zonas altas ocasionalmente en frutos de café y hobo. *A. fraterculus* ataca 80 especies de plantas pertenecientes a 20 familias (Norrbom y Kim, 1988), según Sarmiento *et al.*, (2012), *A. obliqua* ha sido reportada utilizando *Psidium guajava* como hospedero en otros trabajos pero con baja infestación, este autor argumenta que *P. guajava* no es un hospedero de uso común en Colombia pero que la polifagia de la especie le permite usarlo ocasionalmente.

En lo referente a la presencia de *Anastrepha grandis*, esta especie fue recuperada de un hospedero de la familia Cucurbitaceae, lo que concuerda con lo reportado por Castañeda *et al.*, (2010) en el departamento del Tolima. Dichos autores argumentan que su presencia se debe posiblemente a que esta especie presenta una distribución altitudinal entre los 950 y los 1.600 msnm. En este trabajo esta especie fue recuperada a los 1434 msnm. en el municipio de Arboleda y solo fueron colectados dos individuos.

De acuerdo a Liquido *et al.* (1991), *Ceratitis capitata* dentro de la familia Tephritidae es una de las especies más polífagas, según este autor se han reportado más de 350 especies de hospedantes reales o potenciales para esta especie. En el departamento de Nariño, *C. capitata* fue reportada por Portilla *et al.* (1994) causando afectación en cultivos de Café. *Acca sellowiana*, *Eriobotrya japonica*, *Coffea arabica* y *Citrus nobilis*, son especies frutícolas que han sido reportadas como hospedante de *C. capitata* en trabajos previos de autores como Guzmán (2010) y Morales *et al.*, (2004).

#### **4.3 Nivel de Infestación de Frutos (I)**

El nivel de infestación total de frutos durante la investigación fue de 35.31, valor que se obtuvo de los frutos pertenecientes a nueve familias botánicas de las diez estudiadas y fue variable para cada una de ellas. Las especies vegetales *Prunus persica*, *Inga* sp. y *Acca sellowiana* reportaron los niveles más altos, con valores de 13.83, 6.54 y 3.30 respectivamente (Tabla 3).

Los niveles de infestación más bajos fueron para las especies *Solanum quitoense* y *Coffea arabica* con valores de (0,02) y (0,09) respectivamente (Tabla 3). Esta situación se explica debido a que en los municipios en donde se muestreo *Solanum quitoense* no son productores principales de dicho cultivo, por lo tanto el número de frutos colectados para esta planta hospedera fue bajo. En cuanto a *Coffea arabica*, la época de ataque preferido por las moscas para ovipositar los granos es en el estado pintón y maduro, principalmente en el tercio inferior de la planta (Portilla *et al.* 1995).

**Tabla 3.** Nivel de infestación de frutos

Plantas Hospederas	Nombre Común	N° Frutos de la Muestra	N° de Larvas	Nivel de Infestación (I)
<b>Rubiaceae</b>				
<i>Coffea arabica</i>	Café	12362	1118	0,09
<b>Rosaceae</b>				
<i>Prunus persica</i>	Durazno	12	166	13,83
<i>Eriobotrya japonica</i>	Níspero	969	668	0,69
<b>Myrtaceae</b>				
<i>Acca sellowiana</i>	Feijoa	87	287	3,30
<i>Psidium guajava</i>	Guayaba	204	637	3,12
<b>Fabaceae</b>				
<i>Inga sp.</i>	Guama	13	85	6,54
<b>Anacardiaceae</b>				
<i>Spondias mombin</i>	Hobo	187	150	0,80
<i>Mangifera indica</i>	Mango	8	12	1,50
<b>Rutaceae</b>				
<i>Citrus nobilis</i>	Mandarina	23	5	0,22
<i>Citrus sinensis</i>	Naranja	33	54	1,64
<i>Citrus aurantifolia</i>	Lima	17	0	0
<b>Cucurbitaceae</b>				
<i>Cucurbita sp.</i>	Zapallo	3	3	1,0
<b>Annonaceae</b>				
<i>Annona Cherimola</i>	Chirimoya	5	0	0
<b>Solanaceae</b>				
<i>Cyphomandra betacea</i>	Tomate de árbol	7	0	0
<i>Solanum quitoense</i>	Lulo	66	1	0,02
<b>Caricaceae</b>				
<i>Carica papaya</i>	Papaya	9	23	2,56
<b>TOTAL</b>		14005	3209	35,31

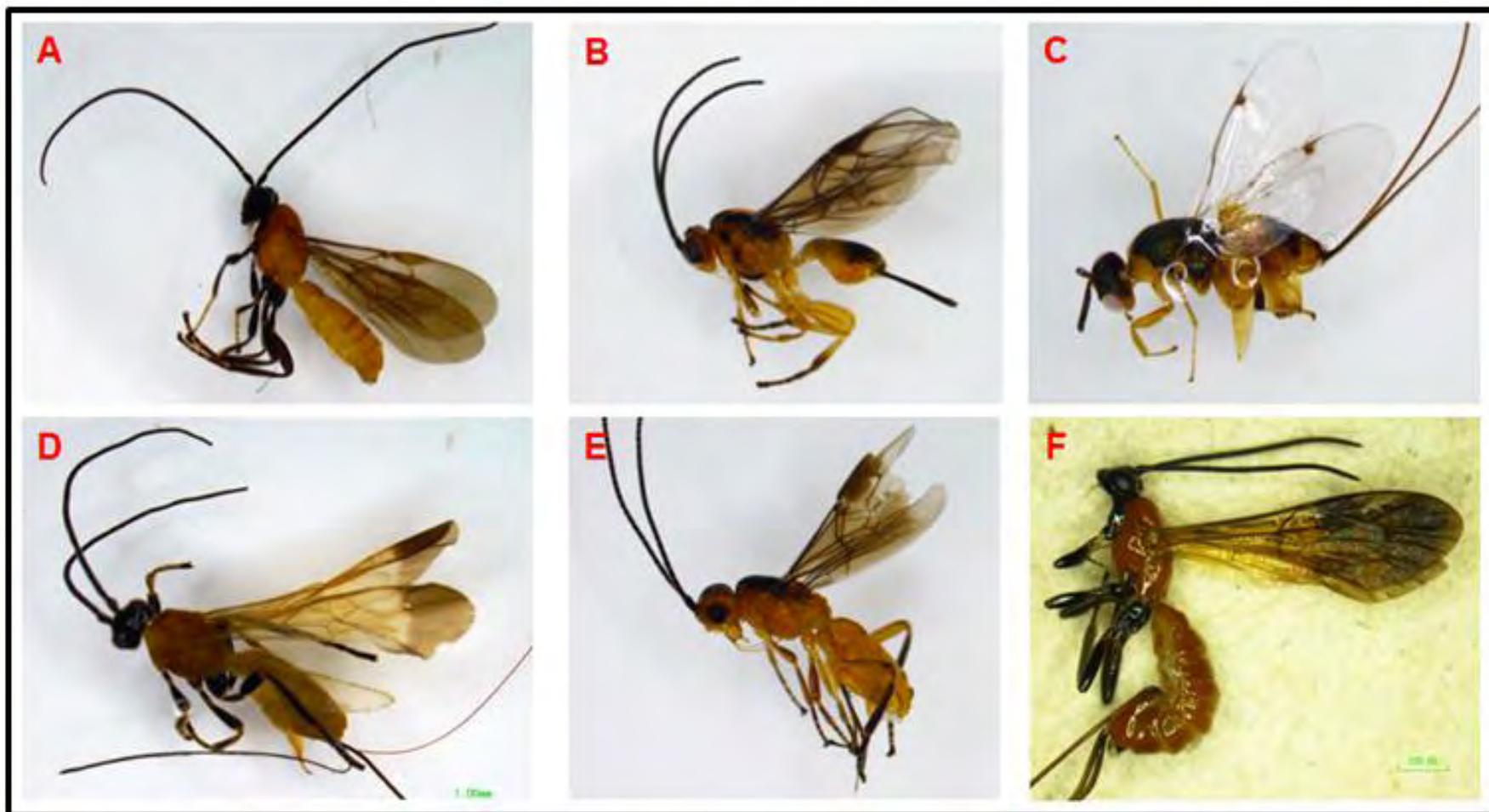
El resto de plantas hospederas no se encontraban disponibles en todos los meses muestreados, por lo tanto no fue posible establecer una relación con la época de cosecha principal de cada una, ya que la estructura de la tenencia de la tierra en el departamento de Nariño es mayoritariamente minifundista (Conpes, 2014), por consiguiente no es posible encontrar monocultivos de especies frutales establecidos en los municipios muestreados, por lo que los propietarios de dichos terrenos siembran distintas especies frutícolas para comercialización local o para su propio consumo.

Por lo tanto la abundancia y calidad de estos frutos en campo los convierte en hospederos alternantes, pudiendo afectar la infestación en frutos, lo cual a su vez puede variar con la especie de tefrítido (Malavasi y Morgante, 1980), por lo tanto el factor que influye en gran medida a la disminución de la infestación es la mayor disponibilidad de frutas que lleva a la distribución homogénea de la oviposición (Núñez *et al.* 2004b).

Según Prokopy (1984), dependiendo de la densidad de adultos en el ambiente y la susceptibilidad del fruto a la oviposición, los niveles de daño son variables en cada hospedante y permiten el desarrollo de la larva. En la escogencia del fruto como sitio de oviposición actúan diversos estímulos (forma, color, contenido de nutrientes, tamaño, madurez entre otros). Todos estos factores generan el comportamiento de oviposición y final aceptación del fruto.

#### **4.4 Parasitoides de moscas de la fruta**

De acuerdo a Ruiz *et al.*, (2013), en Colombia se conocen cinco familias, 16 géneros y 24 especies de controladores biológicos de tefrítidos, en el presente trabajo se obtuvieron seis especies y 241 individuos parasitoides pertenecientes a la familia Braconidae y 1 individuo de la familia Ichneumonidae. (Figura 9) (Tabla 4) Los parasitoides colectados fueron reportados previamente para Colombia y para el departamento de Nariño por Portilla *et al.* (1994), quienes identificaron en su trabajo la presencia de *Utetes Anastrephae*, *Doryctobracon Crawfordi* y *Microcrasis* sp. en granos de café.



**Figura 9.** Parasitoides Colectados en siete Municipios del Departamento de Nariño. **A.** *Doryctobracon crawfordi*, **B.** *Utetes anastrephae*, **C.** *Torymus* sp. **D.** *Bracon* sp. **E.** *Microcrasis* sp. **F.** Ichneumonidae sp1.

**Tabla 4.** Especies de parasitoides atacando mosca de la frutas en siete municipios del departamento de Nariño

<b>Familia</b>	<b>Subfamilia</b>	<b>Especie</b>
Braconidae	Opiinae	<i>Doryctobracon crawfordi</i>
Braconidae	Opiinae	<i>Utetes anastrephae</i>
Braconidae	Alysiinae	<i>Microcrasis</i> sp.
Braconidae	Braconinae	<i>Bracon</i> sp.
Braconidae	Toryminae	<i>Torymus</i> sp.
Ichneumonidae		Ichneumonidae sp1.

#### **4.5 Porcentaje de Parasitismo en moscas de la fruta en siete municipios del departamento de Nariño**

Los parasitoides fueron obtenidos de nueve hospederos correspondientes a café, guayaba, níspero, hobo, feijoa, naranja, mango, durazno y guama. Autores como Aluja *et al.*, (1990) y Steck *et al.*, (1986) han realizado estudios para determinar las tasas naturales de parasitismo en áreas naturales y cultivadas, catalogando porcentajes de parasitismo altos (alrededor del 56%) y bajos (5%).

En esta investigación el porcentaje de parasitismo fue alto para el género *Anastrepha* en las familias Myrtaceae, Rosaceae, Rubiaceae y Anacardiaceae, obteniendo para *Psidium guajava* un valor de 34,4%, *Eriobotrya japonica* 31,4%, *Coffea arabica* 29,2% y *Spondias mombin* 22,4%, el porcentaje de parasitismo para *Ceratitis capitata* solo se presentó en la familia Rubiaceae (Tabla 5).

**Tabla 5.** Porcentaje de parasitismo de moscas de la fruta obtenido en diferentes plantas hospederas en siete municipios del departamento de Nariño.

Plantas hospederas	Nombre Común	N° Frutos	N° Moscas		N° Parasitoides		% Parasitismo		Parasitismo Total
			<i>Anastrepha</i> sp./Fruto	<i>C. capitata</i> /Fruto	<i>Anastrepha</i> sp./Fruto	<i>C. capitata</i> /Fruto	<i>Anastrepha</i> sp.	<i>C. capitata</i>	
<b>Rubiaceae</b>									
<i>Coffea arabica</i>	Café	12362	411	158	68	20	16,5	12,7	29,2
<b>Rosaceae</b>									
<i>Prunus persica</i>	Durazno	12	31	0	1	0	3,2	0	3,2
<i>Eriobotrya japonica</i>	Nispero	969	185	2	58	0	31,4	0	31,4
<b>Myrtaceae</b>									
<i>Acca sellowiana</i>	Feijoa	87	206	10	3	0	1,5	0	1,5
<i>Psidium guajava</i>	Guayaba	204	212	0	73	0	34,4	0	34,4
<b>Fabaceae</b>									
<i>Inga</i> sp.	Guama	13	58	0	1	0	1,7	0	1,7
<b>Anacardiaceae</b>									
<i>Spondias mombin</i>	Hobo	187	67	0	15	0	22,4	0	22,4
<i>Mangifera indica</i>	Mango	8	6	0	1	0	16,7	0	16,7
<b>Rutaceae</b>									
<i>Citrus nobilis</i>	Mandarina	23	0	2	0	0	0	0	0
<i>Citrus sinensis</i>	Naranja	33	31	0	2	0	6,5	0	6,5
<i>Citrus aurantifolia</i>	Lima	17	0	0	0	0	0	0	0
<b>Cucurbitaceae</b>									
<i>Cucurbita</i> sp.	Zapallo	3	2	0	0	0	0	0	0
<b>Annonaceae</b>									
<i>Annona cherimola</i>	Chirimoya	5	0	0	0	0	0	0	0
<b>Solanaceae</b>									
<i>Cyphomandra betacea</i>	Tomate de árbol	7	0	0	0	0	0	0	0
<i>Solanum quitoense</i>	Lulo	66	0	0	0	0	0	0	0
<b>Caricaceae</b>									
<i>Carica papaya</i>	Papaya	9	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>		14005	1209	172	222	20			

En el Brasil, Guimarães *et al.* (2004), sostiene que las frutas de la familia Myrtaceae y Anacardiaceae son más atractivas a los parasitoides, datos que concuerdan con los valores de parasitismo obtenidos para estas familias en esta investigación. Adicionalmente se pudo observar que se presentó relación entre el porcentaje de parasitismo alto y la diversidad de frutos de menor tamaño (Tabla 5).

Tigrero (2007), analizó el parasitismo sobre larvas de mosca de la fruta en relación con la arquitectura del fruto y concluyó que este depende básicamente del grado de exposición al que se encuentran las larvas en relación a los parasitoides, es decir que en frutos pequeños su exposición puede ser mayor, pero depende también del tamaño de la semilla.

Autores como Sarmiento *et al.* (2012), Marinho *et al.*, (2009), Ovruski *et al.* (2004) y Sivinski (1993), argumentan que en frutos pequeños las larvas de moscas se encuentran expuestas a las hembras de los parasitoides y a un mayor número de especies de ovipositor largo, de acuerdo a Núñez *et al.*, (2004a), las características morfológicas de las frutas como el tamaño y la dureza de la corteza y grosor del mesocarpio pueden facilitar o dificultar el encuentro de la larva de la plaga hospedante. Sivinski y Aluja (2003) creen que existe una relación entre el tamaño del fruto, longitud del ovipositor y número de parasitoide que emerge.

De acuerdo al estudio de recolecciones de campo de diferentes hospederos de Sivinski (1993), se determinó una correlación negativa entre el radio del fruto y la tasa de parasitismo, en donde las frutas con tamaño medio a grande, con pulpa gruesa y semilla mediana a pequeña, fueron las que dificultaron la acción de parasitismo sobre larvas de *Anastrepha*.

#### 4.6 Reconocimiento de parasitoides de moscas de la fruta y Frecuencia de ocurrencia (F)

De acuerdo a los resultados obtenidos en el trabajo realizado por Medianero *et al.* (2006), en donde evaluaron hymenoptera parasitoides asociados a *Anastrepha* en Panamá, obtuvieron que en el área muestreada existe una fuerte dominancia de parasitoides nativos afectando las poblaciones de *Anastrepha*, y encontraron mayor presencia de parasitoides del género *Doryctobracon*.

Sivinski *et al.* (2000) y López *et al.* (1999) afirman que *D. zeteki*, *D. areolatus* y *D. crawfordi* son las especies con mayor distribución del género. En la investigación realizada por Núñez *et al.* (2004b) en el departamento de Santander, Colombia, *Doryctobracon crawfordi*, fue el parasitoides más frecuente, concordando con este trabajo en donde también fue la especie más frecuente y la única recuperada en los siete municipios muestreados, obtuvo 202 individuos sobre el total de parasitoides obtenidos (242 individuos) (Tabla 6 y 7).

**Tabla 6.** Distribución de parasitoides de moscas de la fruta y plantas hospederas en siete municipios del departamento de Nariño

Municipios	<i>Doryctobracon crawfordi</i>	<i>Utetes anastrephae</i>	<i>Microcrasis</i> sp.	<i>Bracon</i> sp.	Ichneumonidae sp. 1	<i>Torymus</i> sp.	Total Parasitoides
Arboleda	25,74 % (52)	64,29% (9)	75% (3)	0	0	0	242
Yacuanquer	23,27 % (47)	7,14% (1)	0	0	0	0	
Buesaco	16,34 % (33)	0	0	100% (5)	100% (1)	0	
Tangua	16,34 % (33)	0	25% (1)	0	0	100% (16)	
La Unión	9,41 % (19)	21,43% (3)	0	0	0	0	
Imués	8,42 % (17)	0	0	0	0	0	
Taminango	0,50 % (1)	7,14% (1)	0	0	0	0	
<b>Total</b>	100% (202)	100% (14)	100% (4)	100% (5)	100% (1)	100% (16)	
<b>Plantas hospederas</b>	Café, durazno, níspero, feijoa, guayaba, guama, hobo, mango y naranja	Café y hobo	Café	Café	Guayaba	Guayaba	

**Tabla 7.** Frecuencia de ocurrencia (%F) de las especies de parasitoides de moscas de la fruta en siete municipios del departamento de Nariño

Plantas Hospederas		Frecuencia de ocurrencia de especies parasitoides						Total
		<i>Doryctobracon crawfordi</i>	<i>Utetes anastrepha</i>	<i>Microcrasis</i> sp.	<i>Bracon</i> sp.	<i>Ichneumonidae</i> sp. 1	<i>Torymus</i> sp.	Parasitoides
<i>Coffea arabica</i>	Café	74	5	4	5	0	0	88
<b>Frecuencia de Ocurrencia</b>		84,1	5,7	4,5	5,7	0	0	
<i>Psidium guajava</i>	Guayaba	56	0	0	0	1	16	73
<b>Frecuencia de Ocurrencia</b>		76,7	0	0	0	1,4	21,9	
<i>Spondias mombin</i>	Hobo	6	9	0	0	0	0	15
<b>Frecuencia de Ocurrencia</b>		40	60	0	0	0	0	
<i>Prunus persica</i>	Durazno	1	0	0	0	0	0	1
<b>Frecuencia de Ocurrencia</b>		100	0	0	0	0	0	
<i>Eriobotrya japonica</i>	Nispero	58	0	0	0	0	0	58
<b>Frecuencia de Ocurrencia</b>		100	0	0	0	0	0	
<i>Acca sellowiana</i>	Feijoa	3	0	0	0	0	0	3
<b>Frecuencia de Ocurrencia</b>		100	0	0	0	0	0	
<i>Inga</i> sp.	Guama	1	0	0	0	0	0	1
<b>Frecuencia de Ocurrencia</b>		100	0	0	0	0	0	
<i>Mangifera indica</i>	Mango	1	0	0	0	0	0	1
<b>Frecuencia de Ocurrencia</b>		100	0	0	0	0	0	
<i>Citrus sinensis</i>	Naranja	2	0	0	0	0	0	2
<b>Frecuencia de Ocurrencia</b>		100	0	0	0	0	0	
<i>Citrus nobilis</i>	Mandarina	0	0	0	0	0	0	0
<i>Citrus aurantifolia</i>	Lima	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cucurbita</i> sp.	Zapallo	0	0	0	0	0	0	0
<i>Annona cherimola</i>	Chirimoya	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cyphomandra betacea</i>	Tomate de árbol	0	0	0	0	0	0	0
<i>Solanum quitoense</i>	Lulo	0	0	0	0	0	0	0
<i>Carica papaya</i>	Papaya	0	0	0	0	0	0	0

*D. crawfordi*, presentó una frecuencia de ocurrencia alta en café, guayaba y hobo con valores de 84,1, 76,7 y 40% respectivamente. En cuanto a la frecuencia de ocurrencia en durazno, níspero, feijoa, guama, mango y naranja, estas especies botánicas obtuvieron 100% puesto que tuvieron sólo una especie de parasitoide para cada fruto hospedero (Tabla 7).

Este parasitoide fue hallado en Arboleda con 25,74% (52 individuos), Yacuanquer con 23,74% (47 individuos), igualmente Buesaco y Tangua con 16,34% (33 individuos cada uno), La Unión con 9,41% (19 individuos), Imués 8,42% (17 individuos) y Taminango 0,50% (1 individuo) (Tabla 6), fue extraído junto a cuatro especies de moscas de la fruta, *Anastrepha* complejo *fraterculus*, *Anastrepha striata*, *Anastrepha obliqua* y *Ceratitis capitata* (Figura 10).



**Figura 10.** Asociación encontrada entre especies de parasitoides y moscas de la fruta en siete municipios del departamento de Nariño.

El total de individuos colectados de *Utetes anastrephae* en esta investigación fue de 14, fue recuperado en café y hobo, los porcentajes de frecuencia de ocurrencia fueron 5,7 y 60% respectivamente (Tabla 7). Esta especie parasitoide fue hallado en los municipios de Arboleda con 64,29% (9 individuos), La Unión con 21,43% (3 individuos) Yacuanquer y Taminango con 7,14% (1 individuo) respectivamente (Tabla 6), y hallado en especies de *Anastrepha* complejo *fraterculus*, *Anastrepha striata*, *Anastrepha obliqua* y *Ceratitis capitata* (Figura 10).

*Utetes anastrephae* es un parasitoide bracónido nativo, se encuentra naturalmente desde Florida hasta Argentina (Sivinski *et al.* 2000), en varios trabajos se han argumentado que los parasitoides bracónidos son generalistas y responden a diferentes sustancias volátiles liberadas por las diferentes especies de frutas (Leyva *et al.*, 1993) sin embargo la especificidad del hospedero varía, aunque la mayoría de los casos las especies tienen rangos estrechos de hospederos limitados por su capacidad de desarrollo o por el micro hábitat en el cual las hembras buscan hospederos (Wharton, 1993).

*U. anastrephae* parasita larvas/pupas de varias especies de *Anastrepha* sp. (Leyva *et al.*, 1993), dentro de los parasitoides bracónidos es un especie considerada de ovipositor no muy largo (Sivinski *et al.* 2000), es importante tener en cuenta que los parasitoides que pertenecen a esta familia permanecen en la superficie de la fruta y buscan la larva de mosca con su ovipositor el cual le permite alcanzarla tanto en frutos de gran tamaño, como de tamaño reducido, siendo éstos últimos los más factibles para tener éxito (Leonel *et al.* 1995).

Los parasitoides *Torymus* sp., *Bracon* sp., *Microcrasis* sp. e Ichneumonidae sp1. tuvieron una frecuencia de ocurrencia correspondiente a 21.9, 5.7, 4.5 y 1.4% respectivamente (Tabla 7). *Torymus* sp. fue colectado en el municipio de Tangua en *Psidium guajava* y recuperado de las especies de mosca *Anastrepha* complejo *fraterculus*, *Anastrepha striata* y *Anastrepha obliqua* (Figura 10).

De acuerdo a Grissell (1995), la familia Subfamilia Toryminae cuenta con 875 especies válidas y 250 sinonimias, se calcula que existen 176 especies neárticas y 81 neotropicales, 103 géneros, 25 neárticos y 16 neotropicales. En Europa Graham *et al.*, (1998) argumentan que un número de especies de este género parecen ser monófagas y estar asociadas a una sola planta hospedera, pero también se presentan algunas especies que realizan ataques severos sobre una o diferentes plantas del mismo género (*Torymus auratus* en *Quercus* sp.), sin

embargo se cree que existen varias especies que atacan hospederos de diferentes géneros (*Torymus calcaratus*, *Torymus chloromerus* y *Torymus phillyreae*). También se presentan especies dimórficas como *Torymus chloromerus* que atacan diferentes plantas hospederas no relacionadas en diferentes épocas del año.

La especie botánica *Coffea arabica* fue hospedera de *Bracon* sp. hallado en el municipio de Buesaco, con 5 individuos (Tabla 6) y recolectado junto a *Anastrepha* complejo *fraterculus*, *Anastrepha striata*, *Anastrepha obliqua* y *Ceratitis capitata* (Figura 10).

Las especies pertenecientes al género *Bracon* son parasitoides de una amplia variedad de larvas de lepidópteros, coleópteros, y dípteros, este género tiene una distribución cosmopolita, muy común y con muchas especies. Varios grupos de especies neotropicales son distintivos y algunas en particular más grandes que la mayoría de las especies típicas del Neártico y del Viejo Mundo (Jarquín *et al*, 2011). Se conoce de la existencia de al menos 200 especies de este género no descritas en la región neotropical (Quicke, 1997). Jarquín *et al*, (2011) recomiendan una revisión taxonómica de las especies neotropicales de este género.

Se hallaron 4 individuos de *Microcrasis* sp. en los municipios de Arboleda y Tangua (Tabla 6), este parasitoide fue recolectado junto a *Anastrepha* complejo *fraterculus*, *Anastrepha striata*, *Anastrepha obliqua* y *Ceratitis capitata* (Figura 10), la especie botánica hospedera fue *Coffea arabica*.

*Microcrasis* sp. hace parte de la subfamilia Alysiniinae, la cual es una de las más ricas de Braconidae con más de 1900 especies descritas a nivel mundial (Yu y Achterberg 2005), sin embargo el conocimiento acerca de su riqueza de especies y el alto número de especies aún no descritas han limitado la posibilidad de

desarrollar estimaciones significativas de relaciones biogeográficas en este grupo de parasitoides (Campos y Sharkey, 2006), sin embargo presentan una amplia distribución con numerosas especies en la mayoría de las regiones biogeográficas del mundo, siendo particularmente abundantes en las regiones tropicales (Wharton 1997).

*Microcrasis* sp. fue reportado por Portilla *et al.*, (1994), en el departamento de Nariño parasitando moscas de la fruta en café en los municipios de Tangua y Yacuanquer, lo que concuerda con lo encontrado en este estudio en donde este parasitoide fue colectado también en el municipio de Tangua y Arboleda. Del mismo modo Ruiz *et al.* (2013) en dos áreas cafetera del departamento del Tolima reportaron la presencia de este parasitoide en su investigación, Sarmiento *et al.*, (2012) en tres localidades de la vertiente occidental de la cordillera oriental colombiana, identificaron a *Microcrasis* sp. parasitando moscas de la fruta en café, Núñez *et al.* (2004a) y Guarín y León (2002) también hallaron este parasitoide en la provincia de Vélez Santander.

Respecto al ejemplar Ichneumonidae sp1, fue hallado en *Psidium guajava*, en el municipio de Buesaco, sin embargo debido a la baja cantidad de individuos no fue posible establecer una relación directa con alguna de las especies de mosca en donde fue recuperado (*Anastrepha* complejo *fraterculus*, *Anastrepha striata* y *Anastrepha obliqua*).

Los ichneumónidos son endoparasitoides y ectoparasitoides de larvas o pupas de diversos insectos, entre los que se destacan los himenópteros y los lepidópteros, también pueden atacar a coleópteros, dípteros, neurópteros, mecópteros, tricópteros y arácnidos. Por lo general, la mayoría de los ichneumónidos son solitarios y biparentales. Los capullos de los ichneumónidos se forman normalmente donde muere el hospedador, por lo que muchos de los que matan a su hospedador en el estado de prepupa o pupa utilizan la cámara de pupación

de su huésped como refugio, que a menudo se encuentra en el suelo, debajo de la corteza, u oculta entre las hojas (Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias Palencia, 2015).

Para el hombre los ichneumónidos son importantes sobre todo como agentes reguladores de plagas forestales. A pesar de su gran importancia como agentes reguladores en la naturaleza (se considera que son responsables del 20% del parasitismo natural) su aplicación al control biológico de plagas agrícolas es muy escasa, sin embargo es un grupo prometedor (Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias Palencia, 2015).

#### 4.7 Índices de abundancia y diversidad

Para explicar la abundancia y diversidad de los parasitoides recuperados, fue necesario aplicar los índices de diversidad de Simpson, Shannon-wiener, Margalef e índice de Brillouin (Tabla 8).

**Tabla 8.** Índices de abundancia y diversidad

Parasitoides M.F	Nº Individuos	Índice Simpson	Índice Shannon-wiener
<i>Doryctobracon crawfordi</i>	202	0,70	-0,67
<i>Torymus</i> sp.	16		
<i>Utetes</i> sp.	14		
<i>Bracon</i> sp.	5	Índice Margalef	Índice Brillouin
<i>Microcrasis</i> sp.	4	0,91	0,63
Ichneumonidae sp.1	1		
<b>TOTAL</b>	242		

De acuerdo al valor obtenido en el índice de Simpson (0,70), este indica, que existe poca diversidad de la comunidad de parasitoides. Es decir, si se toman dos individuos al azar, existe alta probabilidad que estos sean de la misma especie (Tabla 8).

El índice Shannon-Wiener presentó un valor de (-0,67), el cual se considera bajo, si se tiene en cuenta que en la mayoría de los ecosistemas naturales este varía entre 0.5 y 5, donde valores inferiores a 2 se consideran bajos, situación que se explica debido a que de las seis especies identificadas en el estudio, *Doryctobracon crawfordi* fue la que presentó el mayor número de individuos capturados, y por lo tanto fue la especie que más influyó en la investigación (Tabla 8).

Por su parte el índice de Margalef obtuvo un valor de 0,91, valor que al encontrarse por debajo de 2, determinó que la biodiversidad estimada de los parasitoides de moscas de la fruta identificados en siete municipios muestreados fue baja (Tabla 8).

Para evaluar como estaban representadas las especies de parasitoides con relación entre el número total de individuos, se utilizó el índice de Brillouin, cuyo valor obtenido fue de 0,63, lo que indica que la relación entre los 242 individuos de todas las especies de parasitoides colectados y el número de individuos de cada una fue baja (Tabla 8).

## V. CONCLUSIONES

- Las especies de moscas de la fruta recuperadas en este estudio correspondieron a *Anastrepha* complejo *fraterculus*, *Anastrepha striata*, *Anastrepha obliqua*, *Anastrepha grandis* y *Ceratitis capitata*, siendo *Anastrepha* complejo *fraterculus* la especie más abundante.
- Los municipios Arboleda, Yacuanquer, Buesaco y Tangua fueron las localidades donde las especies de moscas de la fruta presentaron mayor abundancia durante los meses de muestreo, las familias Rubiaceae, Rosaceae y Myrtaceae presentaron el mayor número de especies de moscas de la fruta afectando frutos.
- Para el departamento de Nariño se reportaron seis parasitoides de moscas de la fruta, *Doryctobracon crawfordi*, *Utetes anastrephae*, *Microcrasis* sp., *Bracon* sp., *Torymus* sp., e Ichneumonidae sp.1, dentro de los cuales los tres últimos son nuevos reportes para este departamento, lo que demuestra la diversidad de este grupo en esta zona del país.
- En cuanto a los índices de diversidad, los valores obtenidos fueron bajos, esto es debido posiblemente a las bajas abundancias de los parasitoides respecto a *Doryctobracon crawfordi*, ya que esta especie obtuvo 202 individuos sobre el total de parasitoides obtenidos que fue de 242 individuos, por lo tanto es importante tener en cuenta que este tipo de índices se ven influenciados por el tamaño de muestra.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Se recomienda el desarrollo de métodos de cría y evaluación experimental de los parasitoides que se encuentran en el departamento de Nariño para el control de moscas de la familia Tephritidae.

## BIBLIOGRAFÍA

AGUIAR, E., EURIPEDES, E. Y MENEZES, B. Parasitismo Sazonal e Flutuação Populacional de Opiinae (Hymenoptera: Braconidae), Parasitóides de Espécies de *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae), em Seropédica, RJ. En: Neotropical Entomology, Diciembre de 2001 Vol 30, no 4, p 613-623.

ASOCIACIÓN HORTIFRUTÍCOLA DE COLOMBIA, (ASOHOFRUCOL). Balance y perspectivas del sector hortifrutícola. En: Revista Frutas y Hortalizas, Enero-Febrero de 2014 Vol 33, no, p 11-17.

ALUJA, M., RULL, J., SIVINSKI, J., NORRBOM, A., WHARTON, R., MACÍAS, R., DÍAZ-FLEISCHER, F. Y LÓPEZ, M. Fruit flies of the genus *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) and associated native parasitoids (Hymenoptera) in the tropical rainforest biosphere reserve of Montes Azules, Chiapas, Mexico. In: Environmental Entomology, Diciembre de 2003 Vol 32, no. 6, 1377-1385.

ALUJA, M. Fruit Fly Pests: A world Assessment of Their Biology and Management. Traducido por McPheron, B. y Steck, G. St. Lucie Press. Delray Beach FL. U.S.A, 1996, Vol

ALUJA, M. Manejo integrado de la mosca de la fruta. Primera Edición. Editorial Trillas Mexico D. F, 1994, p. 251.

ALUJA, M., GUILLÉN, J., LIEDO., P., CABRERA, M., RÍOS, E., DE LA ROSA, G., CELEDONIO, H Y MOTA, D. Fruit infesting Tephritids (Diptera: Tephritidae) and associated parasitoids in Chiapas, México. En: Entomophaga, 1990 Vol 35, no. 1, p 28-39.

BARANOWSKI, R.; GLENN H.; Y SIVINSKI, J. Biological control of the Caribbean fruit fly (Diptera: Tephritidae). En: Entomology, Junio de 1993 Vol 76, no. 2, p 245-251.

BATEMAN, M. The ecology of fruit flies. En: Annual Review of Entomology, Enero de 1972 Vol 17, no, p 493-518.

BURNS, R. E.; DÍAZ, J. O.; HOLLER, T. C. Inundative release of the parasitoid *Diachasmimorpha longicaudata* for the Caribbean fruit fly, *Anastrepha suspensa*. En: McPHERON, B. A.; STECK, B. A. Fruit fly pests. Delray Beach Florida: St. Lucie Press, 1996. p. 377-381.

CAMACHO, H. The integrated use of the sterile flies and parasitoids in fruit fly control in Costa Rica. En Fourth International Symposium on Fruit Flies of Economic Importance. Sand Key, 1994. Florida.

CAMPOS, D., SHARKEY, M. Familia Braconidae. En: Fernández F, Sharkey MJ, editores. Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical. Sociedad Colombiana de Entomología y Universidad Nacional de Colombia, 2006. Bogotá p. 894.

CANAL, N.; ZUCCHI, A.; R.A. Parasitóides - Braconidae En: Moscas-das-frutas de importancia econômica no Brasil, Conhecimento básico e aplicado. Editorial Holos, 2000. p.119 – 126.

CANAL, N.; ZUCCHI, A.; SILVA, M.; Y SILVEIRA, S. Análise faunística dos parasitóides (Hymenoptera, Braconidae) de *Anastrepha* spp. (Diptera, Tephritidae) En Manaus e Iranduba, estado do Amazonas, 1995. p. 235-244.

CANCINO, J; Y RUIZ. L. Biología y comportamiento de parasitoides. Programa Mosfrut SAGARPA-IICA, Mexico. 2010.

CANCINO, L.; RUIZ, L.; Y AGUILAR, E. Evaluaciones y liberaciones inundativas de *Diachasmimorpha longicaudata* sobre *Ceratitis capitata* en México y Guatemala. En: Abstracts of the second meeting of the working groups of fruit flies of the western hemisphere. Viña del mar, Chile. 1996. p. 95.

CARVALHO, R. DA S.; SOARES F., W. DOS S. Y RITZINGER R. Umbu-cajá como repositório natural de parasitoide nativo de mosca de las frutas. Notas Científicas En: Pesquisa Agropecuária Brasileira Agropecuarias, 2010 Vol 45, no 10, p. 1222-1225

CASTAÑEDA, M., OSORIO, A., CANAL, N., GALEANO, P. Especies, distribución y hospederos del género *Anastrepha* Schiner en el departamento del Tolima, Colombia En: Agronomía Colombiana, 2010 Vol 28, no 2, p. 265-271.

CHRISTENSON, L. Y FOOTER, R. Biology of Fruit Flies. En Annual Review of Entomology, 1960 Vol 5, no, p 171 – 192.

COMITÉ ESTATAL DE SANIDAD VEGETAL DE OAXACA (CESVO). Campaña Contra Moscas Nativas de la Fruta. México, Oaxaca. 2014. [en línea]. Dirección URL: <<http://www.cesvo.org.mx/contra-mosca-nativa-fruta/ciclo-biologico.html>> [Consulta: 11 junio 2015].

CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL (CONPES). Política y Estrategias para el Desarrollo Agropecuario del Departamento de Nariño. Departamento Nacional de Planeación. Bogotá, Colombia. 2014. 54 p.

CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL (CONPES). Política Nacional Fitosanitaria y de Inocuidad para las cadenas de frutas y de otros vegetales. Departamento Nacional de Planeación. Bogotá, Colombia. 2008. 45 p.

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS PALENCIA. Fitopatología (E.T.S.I.I.A.A). Enemigos naturales: Parasitoides características del parasitismo en insectos, 2015. [en línea]. Dirección URL: <[https://alojamientos.uva.es/guia\\_docente/uploads/2012/446/42101/1/Documento15.pdf](https://alojamientos.uva.es/guia_docente/uploads/2012/446/42101/1/Documento15.pdf)>. [Consulta: 14 agosto 2015].

FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS (FEDERACAFÉ). Nariño, Denominación de Origen. Los ciclos de cosecha en Nariño. 2010. [en línea]. DirecciónURL:<[http://narino.cafedecolombia.com/narino/solo\\_para\\_expertos/otros\\_atributos\\_del\\_cafe\\_de\\_narino/](http://narino.cafedecolombia.com/narino/solo_para_expertos/otros_atributos_del_cafe_de_narino/)>. [Consulta: 3 agosto 2015].

FERRARA, A., HARBI, A., DE PEDRO, L., TORMOS, J. SABATER-MUÑOZ, B., Y BEITIA, F. Avances en el control biológico de mosca de la fruta. Posibilidad de uso complementario al control tecnológico de la plaga. En: III Jornadas Internacionales sobre Feromonas, Atrayentes, Trampas y Control Biológico: herramientas para la gestión integrada. 2014, p 8.

GIRALDO, M., HERBERTH, M., Y ZUCCHI, R. Monitoreo de moscas de las frutas (Diptera: Tephritidae) en nueve municipios, Valle del Cauca. En: Resúmenes XXXV Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología. Socolen, Cali-Colombia. 2008. p. 89.

GODFRAY, C. Parasitoids: Behavioral and Evolutionary Ecology. Primer Edición. En: Princenton University Press, New Jersey, 1994. Vol

GÓMEZ, H. Boletín de Sanidad Vegetal. Las moscas de la fruta. Dirección Técnica de Epidemiología y Vigilancia Fitosanitaria. En: Instituto Colombiano Agropecuario ICA. 2005. Vol 44, no, p. 69.

GRAHAM, M., DE VERE, W. Y GIJSWIJT, M. Revision of the European species of *Torymus* Dalman (Hymenoptera: Torymidae). In: Zool. Verhogers. Leiden 317, 1998 Vol 31, no 3, p 1-200

GRISSELL, E. Toryminae (Hymenoptera: Chalcidoidea: torymidae). A redefinition, generic classification, an annotated world catalog of species. In: Memoirs on Entomology, International 1995. Vol 2, no, p. 1-470.

GUARÍN, G. Y LEÓN, G. Reconocimiento, distribución temporal y espacial de moscas de las frutas (DIP: Tephritidae) y sus parasitoides en guayaba (*Psidium guajava* L) y café (*Coffea arabica* L) en tres municipios de la Provincia de Vélez (Santander) Colombia. Trabajo de grado para optar el título de Biólogo. Escuela de Biología. U. P. T. C. Tunja. 199 p. 2002.

GUIMARÃES, J., DE SOUZA, M., RAGA, A Y ZUCCHI, R. Levantamento e interações tritóficas de Figitídeos (Hymenoptera: Eucoininae) parasitoides de larvas frugívoras (Diptera) no Brasil. En: Arquivos do Instituto Biológico 2004 Vol 71, no, p. 51-56.

GUZMAN, R. Mosca del mediterráneo *Ceratitidis capitata* (Wiedemann) ficha técnica. Colegio de Postgraduados En: Dirección General de Sanidad Vegetal-Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México, 2010. p. 41

HERNÁNDEZ, V., DELFÍN, H., ESCALANTE, A. Y MANRIQUE, P. Hymenopteran parasitoids of *Anastrepha* fruit flies (Diptera: Tephritidae) reared from hosts in Yucatán, Mexico. 2006. Vol. 89, no, 4 p. 508-515.

HERNÁNDEZ V. Familia Tephritidae: Clasificación actual, relaciones filogenéticas y distribución de taxa Americanos. En: Memorias del XV Curso Internacional sobre Moscas de la Fruta, Centro Internacional de Capacitación en Moscas de la fruta, Programa MOSCAMED-MOSCAFRUT SAGARPA-IICA. Chiapas. 2003. p 206

HERNÁNDEZ, V.; PÉREZ, A. Y WHARTON, R. Native parasitoids associated with the genus *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) en Tuxtlas Veracruz. México. In: Revista Entomophaga, 1994. Vol 39, no 2, p 171-178

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO ICA. Boletín Epidemiológico. Resultados de Vigilancia Fitosanitaria sobre Moscas de la Fruta en el departamento de Nariño. Primer Trimestre. Dirección Técnica de Epidemiología y Vigilancia Fitosanitaria. 2012. p 7

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO ICA. Manual de detección de moscas de la fruta. Plan Nacional de Moscas de la Fruta (PNMF). Dirección Técnica de Epidemiología y Vigilancia Fitosanitaria. Subgerencia de Protección Vegetal. 2010. p 29

JANG, B., MESSING, H., KLUNGNESS, M., Y CARVALHO, A. Flight tunnel response of *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae) of olfactory and visual stimuli. In: Journal of Insect Behavior, 2000 Vol 13, no, p.525-538

JARQUÍN, R., MARTÍNEZ, L., SÁNCHEZ, J y FIGUEROA, J. Parasitoides Asociados a *Anthonomus sisyphus* Clark (Coleoptera: Curculionidae) en Frutos de

Nanche Rojo (*Malpighia mexicana*) en Oaxaca, México. En: SouthWestern Entomologist. 2011. Vol. 36, no 3. p. 351-361

KING, W. Detección y determinación taxonómica de moscas de la fruta en el departamento del Tolima. En: Resúmenes XXXII Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología. Socolen, Bogotá. 2005. p. 106.

KORYTKOWSKI, C. Manual para la identificación de Moscas de la Fruta genero *Anastrepha* Schiner, 1868. Universidad de Panamá programa de Maestría en Entomología. Vicerrectoría de Investigación y Postgrado. 2009. p.140.

LEYVA, J. 1993. Control biológico de moscas de la fruta: Uso de parasitoides. Instituto de fitosanidad programa de Entomología y Acarología Montecillo. México. p. 1-6

LEONEL, F., ZUCHHI, R Y WHARTON, R. Distributions and tephritid host (Diptera) of braconid parasitoids (Hymenoptera) in Brazil. In: International Journal of pest Management. 1995, Vol. 41, no 4, p. 208-213.

LIQUIDO, N., SHINODA, L. Y CUNNINGHAM, R. Host plants of the Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae): an annotated world review. In: Miscellaneous Publications of the Entomological Society of America. 1991. Vol. 77, no, p. 1-52.

LIEDO, P., ENKERLIN, W., HENDRICHS, J. La Técnica del insecto estéril. 1981. Vol. 4, no, p. 173-179.

LÓPEZ, M., ALUJA, M., SIVINSKI, J. Hymenopterous larval-pupal and pupal parasitoids of *Anastrepha* flies (Diptera: Tephritidae) in Mexico. In: Biological Control, 1999. Vol. 15, no, p. 119-129.

MALAVASI, A. Y MORGANTI J. Biología da moscas-frutas (Diptera: Tephritidae). II. Indices de infestacao em diferentes hospedeiros e localidades. En Revista Brasil. Biología, 1980. Vol. 40, no 1, p. 17-24.

MARINHO, C., DE SOUZA-FILHO, M., RAGA, A Y ZUCCHI, R. Parasitoides (Hymenoptera: Braconidae) de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) no estado de São Paulo: Plantas associadas e parasitismo. En: Neotropical Entomology, 2009. Vol 38, no 3, p. 321-326.

MARTÍNEZ, A., BARRETO, O., PINEDA, S., REBOLLAR, A., CHAVARRIETA, J Y FIGUEROA, J. Parasitoides asociados a los enrolladores de hojas de zarzamora *Argyrotaenia montezumae* walsingham y *Amorbia* sp. (Lepidóptera: Tortricidae), en Michoacán, México. En: Acta Zoológica Mexicana. 2014. Vol. 30, no 3, p. 553-563.

MEDIANERO, E., KORYTKOWSKI, C., CAMPO, C Y DE LEÓN, C. Hymenoptera parasitoides asociados a *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) en cerro jefe y altos de pacora, panamá. En: Revista Colombiana de Entomología. 2006. Vol. 32, no 2. p. 136-139.

MILONAS, P. Influence of initial egg density and host size on the development of the gregarious parasitoid *Bracon hebetor* on the different host species. In: BioControl. 2005. Vol. 50, no, p. 415-428.

MIRANDA, D. Estado actual de Fruticultura Colombiana y perspectivas para su desarrollo. En: Revista Brasileira de Fruticultura. Jaboticabal - SP, 2011. Vol. Especial. no, p. 199-205.

MONTOYA, P., LIEDO, P., BENREY, B., CANCINO, J., BARRERA, F., SIVINSKI, J, Y ALUJA, M. 2000. Biological control of *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae)

in mango orchards through augmentative releases of *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae). In: Biological Control. 2000. p. 216-224.

MORALES, P., CERMELI, M., GODOY, F Y SALAS, B. 2004. Lista de hospederos de la mosca del Mediterráneo *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae) basada en los registros del Museo de Insectos de Interés Agrícola del INIA – CENIAP. En: Entomotropica antes/formerly Boletín de Entomología Venezolana. 2004. Vol. 19, no 1. p 51-54.

MCALPINE, J. Phylogeny and classification of the Muscomorpha. In: J.F. McAlpine et al. (eds). Manual of Nearctic Diptera 3. Research Branch Agriculture Canada, Monograph 32; Minister of Supply and Services Canada. 1989. p. 1397-1518.

NORRBOM, A. BioSystematic Database of World Diptera (BDWD). 2004. [en línea]. Dirección URL: < <http://www.sel.barc.usda.gov/diptera/tephriti/tephriti.htm>>. [Consulta: 21 agosto 2015].

NORRBOM, A., KORYTKOWSKI, C., QUESADA Y E. ROJAS. A revision of the *Anastrepha* species group (Diptera: Tephritidae). In: Stud. Dipterol. 2003. Vol.10, no, p. 51-54.

NORRBOM, A., Y KIM, C. A list of reported host plants of the species of *Anastrepha* (DIP: Tephritidae). 1988. Washington, USDA, APHIS p. 81-52.

NÚÑEZ, L., GÓMEZ, R., GUARÍN, G. Y LEÓN, G. Moscas de las frutas (Diptera: Tephritidae) y parasitoides asociados con *Psidium guajava* L. y *Coffea arabica* L. en tres municipios de la Provincia de Vélez (Santander, Colombia) Parte 2: Identificación y evaluación de parasitoides del Orden Hymenoptera. 2004a. En: Revista Corpoica, Vol. 5, no 1. p. 13-21.

NÚÑEZ, L., GÓMEZ, R., GUARÍN, G. Y LEÓN, G. Moscas de las frutas (Diptera: Tephritidae) y parasitoides asociados con *Psidium guajava* L. y *Coffea arabica* L. en tres municipios de la Provincia de Vélez (Santander, Colombia). Parte 1: Índices de infestación y daño por moscas de las frutas (Diptera: Tephritidae). 2004b. En: Revista Corpoica, Vol. 5, no 1. p. 5-12

NÚÑEZ, L. Contribución al reconocimiento a las moscas de la fruta (Díptera: Tephritidae) en Colombia. 1981. En: Revista ICA, Vol. 16, no 4, p. 173-179.

OVRUSKI, S., SHLISERMAN, P., Y ALUJA, M. Indigenous parasitoids (Hymenoptera) attacking *Anastrepha fraterculus* and *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) in native and exotic host plants in northwestern Argentina. In: Biological Control. 2004 Vol. 29, no, p. 43-57.

OVRUSKI, S., ALUJA, M., SIVINSKI, J., Y WHARTON, R. Hymenopteran parasitoids on fruit-infesting Tephritidae (Diptera) in Latin America and the southern United States: diversity, distribution, taxonomic status and their use in fruit fly biological control. In: Integrated Pest Management Reviews. 2000. Vol 5, no, p. 81-107.

PORTILLA, M., GONZÁLEZ, G. Y NÚÑEZ, L. Evaluación y descripción del daño ocasionado por *Ceratitis capitata* al café. En Rev. Colombiana de Entomología. 1995. Vol 21, no 1, p. 15-24.

PORTILLA, M., GONZÁLES, G., Y NÚÑEZ, L. Infestación, reconocimiento e identificación de moscas de las frutas y sus enemigos naturales en café. En: Revista Colombiana de Entomología. 1994. Vol 20, no 4, p. 261-266.

PRADO, E. Parasitoides Asociados con la Polilla Oriental de la fruta, *Grapholita molesta* (Busck), en Chile. En: Agricultura Técnica. 1988. Vol 48 no 3, p. 273-276.

PROKOPY, R. Getting to know a fruit fly. J. In: Georgia Entomology Society. 1984. Vol 17, no 9, p. 30-36.

QUICKE, D. Parasitic Wasps. In Chapman and Hall. 1997. p. 470

QUINTANA, L. Parasitoides de enrolladores de la hoja (Lepidóptera: Tortricidae) del manzano en Chihuahua. 2010. p. 145-148. In: A. V. M. Coria, B. N. Lara C., G. Orozco G., H. J. Muñoz F. y R. Sánchez, M. (Eds.). Memorias del XXXIII Congreso Nacional de Control biológico. Uruapán, Michoacán.

RODRÍGUEZ, A., QUENTA CH., EZEQUIEL; MOLINA S., PEDRO. Control Integrado de moscas de la fruta. Ministerio de Agricultura. En: Servicio Nacional de Sanidad Agraria. Programa Nacional de moscas de la fruta. Senasa, Perce. 1996. p. 54

ROMANI, N., ISODORO, F., BIN Y VINSON, B. Host recognition in the pupal parasitoid *Trichopria drosophilae*: a morpho-funtional approach. 2002. In: Entomologia Experimentalis et Applicata Vol 105, no, p. 119-128.

RUÍZ, F., RAMÍREZ, J., ROJAS, B., GALEANO, P Y CANAL, N. Diversidad de parasitoides (hymenoptera) de moscas frugívoras (díptera: Tephritoidea) en dos áreas cafeteras del departamento del Tolima, Colombia. 2013. En: Revista Tumbaga. Vol 8, no 11, p. 29-53.

SARMIENTO, C., AGUIRRE, H. Y MARTÍNEZ-A., J. *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) y sus asociados: Dinámica de emergencia de sus parasitoides en frutos de tres especies de plantas. 2012. En: Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle. Vol 13, no 1, p. 25-32.

SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD AGRARIA (SENASA). Dirección General de Sanidad Vegetal. Subdirección de Moscas de la Fruta y Proyectos Fitosanitarios. Perú. 2014. [en línea]. Dirección URL: < <http://www.senasa.gob.pe/senasa/>>. [Consulta: 22 abril 2015].

SINVISKI, J.; Y ALUJA, M. The evolution of ovipositor length in the parasitic Hymenoptera and the search for predictability in biological control. 2003. En: Florida Entomologist. Vol 8, no 2, p. 143-150.

SIVINSKI, J., PIÑEIRO, J., ALUJA, M. The distribution of parasitoids (Hymenoptera) along an altitudinal gradient in Veracruz, Mexico. 2000. In: Biological Control. Vol 18, no, p. 258-269.

SIVINSKI, J. The influence of host fruit morphology on parasitization rates in the Caribbean fruit fly *Anastrepha suspense*. 1993. In: Entomophaga. Vol 36, no, p. 447-454.

SHARKEY, J. Family Braconidae. En Hymenoptera of the world: An identification guide to families. Goulet, H y Huber, J.T., eds. 1993. Center for Land and Biological Resources Research, Ottawa. p. 362.

SOUZA, A., LOPES, G., LOPES, E., QUERINO, R., CORSATO, C.D.A.; GIUSTOLIN, T Y ZUCCHI, R. Hymenopteran Parasitoids Associated with Frugivorous Larvae in a Brazilian Caatinga-Cerrado Ecotone. 2012. In: Entomological Society of America. Environ. Entomology. Vol 41, no 2, p. 233-237.

STECK, G., GILSTRAP, E., WHARTON, R Y HART, W. Braconid parasitoids of Tephritidae (Diptera) infesting coffee and other fruits in West-central Africa. 1986. In: Entomophaga. Vol 31, no 1, p. 59-67.

TAIRA, T., ABOT, A., NICÁCIO, J., UCHÔA, M., RODRIGUES, S Y GUIMARÃES, J. Fruit flies (Diptera, Tephritidae) and their parasitoids on cultivated and wild hosts in the Cerrado-Pantanal ecotone in Mato Grosso do Sul, Brazil. 2013. In: Revista Brasileira de Entomología. Vol 57, no 3, p. 300-308.

TIGRERO, J. Arquitectura del fruto e incidencia de parasitismo sobre larvas de *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae). 2007. En: Boletín Técnico- Serie Zoológica. Vol 7, no 3, p 31-40.

UCHÔA, M., MOLINA, R., OLIVEIRA, I.; ZUCCHI, R., CANAL, N. Y DÍAZ, N. Larval endoparasitoids (Hymenoptera) of frugivorous flies (Diptera, Tephritoidea) reared from fruits of the cerrado of the State of Mato Grosso do Sul, Brazil. 2003. In: Revista Brasileira de Entomología. Vol, 47, no 7, p. 181-186

VAN ALPHEN, J. Y JERVIS, M. Foraging Behavior, En Jervis, M. & N. Kidd (eds.), Insect Natural Enemies. Practical Approaches to their Study and Evolution. Chapman y Hall. London, UK. 1996. p 1-62.

VINSON, B. How parasitoids locate their hosts: a case of insect espionage. En Lewis, T., (eds.), Insect Communication. 1984. In: Royal Entomological Society of London, London, UK.

VINSON, B. Host selection by insect parasitoids. 1976. In: Annual Review of Entomology. Vol 21. p. 109-133.

VILATUÑA, E., SANDOVAL, D Y TIGRERO, J. Manejo y Control de Moscas de la Fruta. 2010. En: Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad de Agro (AGROCALIDAD). Quito – Ecuador.

VILLAREAL H., ÁLVAREZ M., CÓRDOBA S., ESCOBAR F., FAGUA G., GAST F., MENDOZA H., OSPINA M. Y UMAÑA A. Métodos para el análisis de datos: una aplicación para resultados provenientes de caracterizaciones de biodiversidad. 2006. En Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá. Colombia.

WHARTON, R. Y YODER, M. Parasitoids of Fruit-Infesting Tephritidae. [en línea]. 2015. Dirección URL: < <http://paroffit.org/public/site/paroffit/home/key>>. [Consulta: 11 junio 2015].

WHARTON, R., OVRUSKI, S. Y GILSTRAP F. Neotropical Eucoilidae (Cynipoidea) associated with fruit infesting Tephritidae, with new records from Argentina, Bolivia and Costa Rica. 1998. In: J. Hym. Res. Vol 7, no 1, p. 102-115.

WHARTON, R. Subfamily Alysiine. In: Wharton R, Marsh P, Sharkey MJ, editores. Manual of the New World genera of the family Braconidae (Hymenoptera). N° 1. Washington (DC): International Society of Hymenopterists. 1997. p. 439.

WHARTON, R. Bionomics of the Braconidae. Annual Review of Entomology Journal Impact Factor. 1993. Vol 38. p. 121-43.

WARTHON, R. Classical Biological Control of fruit infesting Tephritidae p. 303 - 313. In: Robinson AS and G Hooper (Editors). Fruit flies their Biology and Natural Enemies and Control. Vol 3. 1989. Elsevier Science Publishers. Ámsterdam. p. 372.

WONG, T., RAMADAN, D. MCINNIS, MOCHIZUKI, N Y HERR, J. Augmentative releases of *Diachasmimorpha tryoni* (hymenoptera: Braconidae) to suppress a

Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) population in Kula, Maui, Hawaii. 1991. In: Biological Control. Vol 1, p. 2-7.

WONG, T. Mass rearing biology of larval parasitoids of the Tephritidae fruit flies in Hawaii. Abstracts of the International Symposium of Fruit Flies of Economic Importance. Guatemala. 1990. p. 121.

YU, D., ACHTERBERG, V. World. Ichneumonoidea taxonomy, biology, morphology and distribution. 2005. Taxapad CD. Vancouver, Canadá.

ZUCCHI, R.A. Espécies de Anastrepha, sinónimas, plantas hospedeiras e parasitóides. pp. 41- 48. En: Malavasi, A. y R.A. Zucchi (eds.). Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil. Conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto, Holos, Brasil. 2000.