

**IDENTIFICACION DE ESPECIES NATIVAS Y EXÓTICAS DE MOSCAS DE LA FRUTA,
Familia Tephritidae, EN CULTIVOS DE MORA *Rubus glaucus* Y GRANADILLA
Passiflora ligularis, DE LA MESETA DE POPAYÁN (DEPARTAMENTO DEL CAUCA)**



**DIANA KARINA RUIZ CASTILLO
CLARA ADIELA BETANCOURT**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA
POPAYÁN
2011**

**IDENTIFICACION DE ESPECIES NATIVAS Y EXÓTICAS DE MOSCAS DE LA FRUTA,
Familia Tephritidae, EN CULTIVOS DE MORA *Rubus glaucus* Y GRANADILLA
Passiflora ligularis, DE LA MESETA DE POPAYÁN (DEPARTAMENTO DEL CAUCA)**

**DIANA KARINA RUIZ CASTILLO
CLARA ADIELA BETANCOURT**

**Trabajo de grado en la modalidad de Investigación para optar al título de Ingenieras
Agropecuarias**

**Directores
Ph.D. MARTHA ALMANZA
M.Sc. OSCAR ARMANDO PATIÑO PANTOJA**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA
POPAYÁN
2011**

NOTA DE ACEPTACIÓN

Los Directores y los Jurados han revisado este documento, han presenciado la sustentación del mismo por sus autoras y lo encuentran satisfactorio.

MARTHA ALMANZA
Directora

OSCAR ARMANDO PATIÑO
Director

FABIO PRADO
Presidente del Jurado

OSWALDO COLLAZOS
Jurado

Popayán, 8 de febrero de 2011

DEDICATORIA

A Dios, por darme la vida y la paciencia para no desistir. A mis padres, por su apoyo incondicional, su amor y creer en mí siempre. A mis hijos Juan Felipe y Sara Isabella, por ser el impulso para seguir en este proceso, a mis hermanos por sus consejos y comprensión. A Germán por su constante apoyo durante el transcurso de mi carrera.

Clara Adíela Betancourt

A Dios, por su infinito amor, ser mi guía y protección en cada uno de mis pasos, a mi Madre por su ternura, comprensión y ser la fuerza que me impulsa cada día para lograr mis sueños, a mi hermana y mis abuelos, por todo su cariño brindado en el transcurso de mi carrera, a Hernando Yela, por su incondicional apoyo, mi eterna gratitud.

Diana Karina Ruiz Castillo

AGRADECIMIENTOS

Nuestros más sinceros agradecimientos.

A Dios, por ser nuestra fortaleza cada día.

Ph.D. Martha Almanza, nuestra querida directora, por su valioso apoyo en nuestro proceso formativo.

M.Sc. Oscar Armando Patiño Pantoja, nuestro apreciado director por toda su colaboración durante el desarrollo de toda esta etapa formativa.

Al personal administrativo y directivo del CCI y el ICA Popayán, por su colaboración en el desarrollo del presente trabajo.

A todos los productores de mora y granadilla de los municipios de Popayán, Totoró y Sotará, por que sin ellos no hubiese sido posible la realización de nuestro trabajo de grado.

A todas las personas quienes nos brindaron amistad, amor y apoyo incondicional.

Nuestra gratitud.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	16
1. MARCO TEÓRICO	18
1.1 GENERALIDADES DE LA PLAGA	18
1.2 GÉNERO <i>Anastrepha</i> spp.	19
1.2.1 Origen y distribución geográfica	19
1.2.2 Ciclo biológico y hábitos	19
1.3 GÉNERO <i>Ceratitis</i> spp.	20
1.3.1 Origen y distribución geográfica	20
1.3.2 Ciclo biológico y hábitos	20
1.4 GENERALIDADES DEL CULTIVO DE MORA	21
1.4.1 Clasificación taxonómica	21
1.4.2 Descripción morfológica	22
1.4.3 Condiciones Ambientales	22
1.4.4 Propagación	23
1.5 GENERALIDADES DEL CULTIVO DE GRANADILLA	23
1.5.1 Clasificación Taxonómica	24
1.5.2 Descripción morfológica	24
1.5.3 Condiciones Ambientales	24
1.5.4 Propagación	25
1.6 CONDICIONES CLIMÁTICAS DE LA MESETA DE POPAYÁN	25
1.7 DETECCIÓN DE LAS MOSCAS DE LA FRUTA	26
1.7.1 Trampeo	26

	pág.
1.7.2 Muestreo de frutos	27
1.8 CARACTERÍSTICAS DE LAS TRAMPAS DE MONITOREO	27
1.8.1 Trampa McPhail	27
1.8.2 Trampa Jackson	27
1.8.3 Instalación de las trampas en el predio	28
1.8.4 Inspección y revisión de trampas	28
1.9 INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRAMPEO	28
2. METODOLOGÍA	29
2.1 LOCALIZACIÓN	29
2.2 PROCEDIMIENTO	30
2.2.1 Recopilación de información	30
2.2.2 Selección de los predios	31
2.2.3 Instalación del trampeo	32
2.2.4 Recolección de la información	32
2.3 PREPARACIÓN DE LA TRAMPA MCPHAIL	34
2.4 PREPARACIÓN DE LA TRAMPA JACKSON	34
2.5 MUESTREO DE FRUTOS	35
2.6 IDENTIFICACIÓN DE LAS ESPECIES ENCONTRADAS	36
2.7 ÍNDICE POBLACIONAL	36
2.8 VARIABLES EVALUADAS	37
3. RESULTADOS	38
3.1 PRESENCIA DE LA PLAGA	38
3.2 PRESENCIA DE LA PLAGA vs TEMPERATURA	39

	pág.
3.3 PRESENCIA DE LA PLAGA vs ALTURA	40
3.4 IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES DE MOSCAS DE LA FRUTA EN EL LABORATORIO	41
4. CONCLUSIONES	44
5. RECOMENDACIONES	45
BIBLIOGRAFÍA	46
ANEXOS	48

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Mapa de localización del proyecto	29
Figura 2. Etapas desarrolladas para la detección de moscas de la fruta en la Meseta de Popayán	30
Figura 3. Instalación de las trampas en mora. a) McPhail; b) Jackson	32
Figura 4. Instalación de las trampas en granadilla. a) McPhail; b) Jackson	32
Figura 5. Inspección de trampas en cultivos de mora. a) Trampa McPhail; b) Trampa Jackson	33
Figura 6. Inspección de trampas McPhail en el cultivo de granadilla	33
Figura 7. Preparación de la trampa McPhail	34
Figura 8. Preparación de la trampa Jackson. Atrayente sexual (trimedlure)	34
Figura 9. Instalación del algodón en la parte lateral de la trampa Jackson	35
Figura 10. Aplicación del pegante agrícola en la laminilla trampa Jackson	35
Figura 11. Rotulación de muestras, obtenidas en campo	35
Figura 12. Muestreo de frutos	36
Figura 13. Promedio mensual de temperatura vs número de moscas de la fruta capturadas en trampas instaladas en el cultivo de mora <i>Rubus glaucus</i> , en los municipios de Popayán, Totoró y Sotará	39
Figura 14. Promedio mensual de temperatura vs numero de moscas de la fruta capturadas en trampas instaladas en el cultivo de granadilla <i>Passiflora ligularis</i> , en los municipios de Popayán, Totoró y Sotará	40
Figura 15. Número total de moscas de la fruta capturadas vs altura en msnm en los municipios de Popayán, Totoró y Sotará	41

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Ubicación de ocho predios en tres municipios de la meseta: Popayán, Totoró y Sotaró	29
Cuadro 2. Altura sobre el nivel del mar de ocho predios en tres municipios de la meseta: Popayán, Totoró y Sotaró	31
Cuadro 3. Valores de temperatura y precipitación en el período enero-agosto 2010 en la meseta de Popayán, departamento del Cauca	37
Cuadro 4. Análisis estadístico-descriptivo del número de moscas encontradas en los cultivos de mora <i>Rubus glaucus</i> y granadilla <i>Passiflora ligularis</i> , en tres municipios de la meseta (Popayán, Totoró y Sotaró)	38
Cuadro 5. Especies de moscas de la fruta del género <i>Anastrepha</i> identificadas de trampas McPhail instaladas en cultivos de mora <i>Rubus glaucus</i> , en los municipios de Popayán y Sotaró	42
Cuadro 6. Especies de moscas de la fruta identificadas en trampas McPhail instaladas en cultivos de granadilla <i>Passiflora ligularis</i> , en los municipios de Totoró y Sotaró	42

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Formato de Tabla de Registros	48
Anexo B. Análisis descriptivo del número de moscas encontradas en tres municipios de la meseta de Popayán (Popayán, Totoró y Sotaró), en cultivos de mora y granadilla	49
Anexo C. Correlaciones simples	50
Anexo D. Información climática mensual de la meseta de Popayán, 2009	51

RESUMEN

Las moscas de la fruta, principalmente el género *Anastrepha*, incluye especies de gran importancia económica que limitan la producción, comercialización y exportación de frutas. Aunque están ampliamente distribuidas en la región Neotropical, de las 197 especies descritas en América, menos del 10% es conocido en Colombia y la mayoría de las especies reportadas en nuestro país son fundamentalmente las más comunes y reconocidas plagas de cultivos frutícolas tradicionales. Es poco el conocimiento que se tiene sobre hospederos y de la diversidad de especies de *Anastrepha*, en áreas cultivadas y/o que pertenecen o limitan con áreas naturales.

Debido al bajo registro de éstas especies para Colombia y particularmente en el Cauca, se dio la necesidad de adelantar un estudio en tres municipios que pertenecen a la meseta de Popayán, con el fin de determinar la presencia e identificación de moscas de la fruta, en cultivos de frutales de importancia económica para la región, como la mora y la granadilla.

Este estudio contó con el apoyo y asesoría del Instituto Colombiano Agropecuario, ICA, la Corporación Colombiana Internacional, CCI y la Secretaria de Agricultura del Cauca. La metodología empleada, constó de cuatro etapas: recopilación de información, selección de los predios, instalación del trapeo y finalmente, la recolección de información.

Se emplearon trampas McPhail y trampas Jackson, con la primera utilizando proteína hidrolizada de maíz y con la segunda, la ferohormona (trimedlure), para la captura de moscas de la fruta del género *Anastrepha* y *Ceratitis* respectivamente. La inspección y revisión de las trampas, fue realizada quincenalmente, durante siete meses, obteniéndose un total de 17 muestras, las cuales fueron analizadas por el laboratorio de sanidad vegetal del ICA-Palmira para su respectiva identificación. Igualmente, se realizó un muestreo aleatorio de frutos que fueron depositados en cámaras de cría, el seguimiento de éstas se realizó todos los días, con el fin de determinar la presencia real de la plaga en los cultivos, su observación tuvo una duración de 15 días.

Durante la evaluación, se verificó que el mayor número de moscas detectadas en los sistemas de trapeo, se presentó en el cultivo de granadilla, con un 62% de moscas capturadas, mientras que en el cultivo de mora la presencia de moscas fue menor, con el 38% de moscas recolectadas.

Estos resultados, se presentaron debido a la preferencia de algunas moscas de la fruta, para alimentarse, ya sea de frutos más dulces que otros, de secreciones glandulares de las plantas, el néctar y la savia que exudan los troncos, tallos, hojas, frutos con lesiones o en proceso de fermentación, las excretas de pájaros, de ganado, insectos muertos y secreciones azucaradas de homópteros o a la utilización de nutrientes de hospederos nativos de la zona.

Igualmente, en los tres municipios evaluados de la meseta de Popayán, se determinó un índice poblacional de 0.12 mtd, el cual mostró la existencia de moscas y su baja prevalencia en la zona, ya que el índice general de moscas por trampa por día, en Colombia es de 1 mosca, el cual confirmó que la plaga aún no presenta un riesgo económico para los productores de la región.

Además, se logró determinar que la presencia de la plaga en la región, se vio influenciada por las variaciones de temperatura y el estado de fructificación en que se encontraban los cultivos, periodo que coincidió cuando la temperatura estuvo por encima de los 19.5°C y en donde el cultivo atravesaba por un periodo de poca fructificación, con bajo número de frutos maduros, debido a la recuperación que el cultivo traía de una fuerte helada sufrida en el año anterior.

Igualmente, a través del trapeo y recolección de información, se logró identificar únicamente moscas del género *Anastrepha*, las cuales fueron capturadas mediante la utilización de trampas Macphail, destacándose el complejo *Anastrepha striata* (Schiner) y *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann), como los géneros más importantes dentro de los problemas fitosanitarios encontrados en esta región.

Es necesario continuar con programas de detección y monitoreo de moscas de la fruta, de manera periódica, a través de acompañamiento al productor caucano que contemple un manejo integrado de moscas de la fruta, dentro del esquema de aplicación de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) para estos cultivos.

Palabras clave:

Moscas de la fruta, familia Tephritidae, trampa McPhail, trampa Jackson, *Anastrepha striata* S. *Anastrepha fraterculus* W.

ABSTRACT

Fruit flies, *Anastrepha*, mainly, include economically important species that limit the production, marketing and export of fruit. Although they are widely distributed in the Neotropical region, of the 197 described species in America, less than 10% is known in Colombia and most of the species reported in our country are mainly the most common and recognized traditional fruit crop pests. There is little knowledge on host and *Anastrepha* species diversity in cultivated areas and / or belonging to or bordering natural areas.

Due to the low record of these species in Colombia, particularly in Cauca, it was necessary to pursue a study of three municipalities that belonged to the plateau of Popayán, in order

to determine the presence and identification of fruit flies in fruit crops of economic importance to the region, such as blackberries and granadillas.

This study received support and advice from the Colombian Agricultural Institute, ICA, the Colombian International Corporation, CCI and the Department of Agriculture of Cauca. The methodology used was in three stages: gathering information, selecting properties, installation of traps for pest monitoring, and finally gathering information.

McPhail and Jackson traps were used, using with the first maize hydrolyzed protein and with the second, the pheromone (trimedlure), to catch fruit flies of the genus *Anastrepha* and *Ceratitis* respectively. The inspection and review of the traps, was carried out biweekly for seven months, yielding a total of 17 samples which were analyzed by the Plant Health Laboratory ICA-Palmira for their respective identification. Similarly, we conducted a random sampling of fruits, which were placed in rearing chambers. Monitoring of these was made every day in order to determine the actual presence of the pest in crops, their observation was 15 days long.

During the evaluation, we found that the greatest number of flies detected in trapping systems, was presented in the cultivation of granadilla, with 62% of flies captured, while in the cultivation of blackberry the presence of flies was lower, with 38% of flies collected.

These results were presented due to the preference of certain fruit flies to feed either sweeter fruits than others, glandular secretions from plants, nectar and sap exuded from trunks, stems, leaves, fruit lesions or in the process of fermentation, the manure of birds, cattle, dead insects and honey secretions of Homoptera or the nutrient utilization of native hosts in the area.

Similarly, a population rate of 0.12 mtd was identified in the three municipalities assessed of the plateau of Popayan, which showed the presence of flies and their low prevalence in the area, since in Colombia the overall rate of flies per trap and per day is one fly, which confirmed that the pest has not presented yet an economic risk for producers in the region.

In addition, it was possible to determine that the presence of the pest in the region was influenced by changes in temperature and the fructification state of the crops, this period coincided with temperature that was above 19.5 °C and with the crop that was going through a period of low fruit, low number of mature fruits, due to the recovery caused by the crop because of a severe freeze suffered in the previous year.

In the same way, we only identified *Anastrepha* flies through trapping and collecting data, which were captured using traps McPhail, categorizing the complex *Anastrepha striata* (Schiner) and *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann), as one of the most important genders in plant health problems found in this region.

It is necessary to continue programs to detect and monitor fruit flies on a regular way, through support to Cauca's producers that provides for integrated management of fruit flies, within the framework of implementation of Good Agricultural Practices (GAP) for these crops.

Key words:

Fruit fly, family Tephritidae, McPhail trap, Jackson trap, *Anastrepha striata* S. *Anastrepha fraterculus* W.

INTRODUCCIÓN

En Colombia, la fruticultura es una actividad de gran importancia económica y social, donde se presenta en una gran variedad de climas y suelos aptos para éstos tipo de explotación. Uno de los cultivos que se explota en regiones frías del país es la mora, que se cultiva principalmente en zonas comprendidas entre los 1800 a 2500 m.s.n.m. De las varias especies que comprenden este cultivo, la Castilla es la de mayor importancia comercial y la más cultivada en el país. En Colombia, la producción de mora se destina al consumo doméstico y al procesamiento industrial. Los cultivos de mora se concentran en los departamentos de Cundinamarca, Santander y Norte de Santander, los cuales participan con el 42%, 14% y 12% de la producción nacional respectivamente (SIPSA, 2008).

Otro de los cultivos que ocupa un lugar destacado dentro del mercado de frutas producidas en climas fríos del país es la granadilla, considerada como una de las frutas más exóticas existentes en la actualidad. Esta fruta es originaria de la región sur y central de América, especialmente de la zona tropical, con una amplia aceptación tanto en el mercado interno como externo. Su consumo básicamente es en fresco, aunque también se elaboran jugos y concentrados. La zona por excelencia donde se cultivaba este frutal hasta los años ochenta fue Urrao, en Antioquia, donde llegó a tener hasta 1500 has en producción. Actualmente el municipio de Versalles, en el Valle del Cauca, ocupa el primer lugar en el país, seguido de otras zonas como: Cundinamarca, Boyacá, Risaralda, Caldas, Nariño, Quindío, Santander, Cauca, Antioquia y Huila (SIPSA, 2008).

El Cauca, por ser un departamento biodiverso y contar con tres pisos térmicos permite que se desarrolle una actividad agropecuaria variada, siendo la fruticultura un renglón importante en su economía, en donde cultivos como la mora y la granadilla, han tomado en los últimos años, gran auge en la región especialmente en la denominada meseta de Popayán, convirtiéndose en la principal actividad económica de esta región, en donde los agricultores, con el apoyo de entidades y otras organizaciones del sector, han logrado vincularse en proyectos productivos a través de la creación de asociaciones productoras de frutas, obteniendo apoyo en cuanto al manejo y comercialización de estos cultivos (CCI, 2010).

Sin embargo, la producción de frutas presenta problemas fitosanitarios que afectan la producción, convirtiéndose en factores limitantes no solo para ésta sino también para su comercialización. Las moscas de la fruta se constituye en una de las plagas que afectan gran parte de las especies cultivadas de frutas en el mundo, debido a que se encuentran distribuidas en áreas tropicales y subtropicales donde se constituyen en plagas de carácter económico, ya que en su ciclo de vida utilizan las frutas como sustrato para la oviposición y desarrollo de las larvas, causando daños directos e indirectos en la fruticultura. La gran variedad de géneros y especies y el tipo de daño que causan, constituyen además uno de los factores que limitan en mayor grado la movilización y el comercio de fruta fresca (Gómez, 2007).

Las verdaderas moscas de la fruta pertenecen a la familia Tephritidae, que incluye algunas de las plagas más destructivas del mundo, siendo las principales las pertenecientes a los géneros *Anastrepha*, *Bractrocera*, *Ceratitis*, *Rhagoletis* y *Toxotrypana*. De éstas, las especies de *Anastrepha*, representan las moscas más importantes en América tropical, tanto por la diversidad, compleja ecología, comportamiento y estatus como plaga agrícola, por lo cual tienen importancia económica considerable. Este género constituye el grupo más diverso de todos los Tephritidos nativos de América, siendo 197 las especies descritas hasta la fecha. Tienen una distribución exclusivamente neotropical, ocupando las regiones tropicales y subtropicales a lo largo del continente. Por otro lado *Ceratitis capitata* (Wiedemann), o mosca mediterránea de la fruta, es un díptero de origen subsahariano que se ha extendido por diversas zonas agrícolas del mundo, afectando a numerosos cultivos de frutales (Gómez, 2007).

En América Latina, alrededor de unas 20 especies de "moscas" causan pérdidas calculadas en unos 35'000,000 de dólares al año. Se estima que los países del Grupo Andino afectados por la existencia de moscas de las frutas sufren pérdidas que sobrepasan el 30% del valor de su producción frutícola. Debido a la importancia económica que tienen las pérdidas ocasionadas por estas plagas, se ha visto la necesidad de buscar alternativas que resuelvan los problemas de los productores de frutas, siendo importante monitorear su presencia en las áreas productoras, determinar sus poblaciones, su distribución geográfica, su identificación, su relación con el medio ambiente y los posibles hospedantes, que permitan en el tiempo, adelantar programas de manejo, los que deben considerar la utilización de Buenas Prácticas Agrícolas (Gómez, 2007).

Por lo anterior el presente trabajo tuvo como objetivos determinar mediante trapeo y muestreo de frutos la presencia de moscas de la fruta de la familia Tephritidae de los géneros *Anastrepha* y posible *Ceratitis* en tres municipios de la meseta de Popayán, definir la prevalencia de la plaga en estas áreas, para que las entidades responsables de la sanidad, puedan respaldarse en estos resultados y proponer planes de Manejo entre los productores; identificar a través de estudios de laboratorio de diagnóstico Fitosanitario las especies de moscas de la fruta de la familia Tephritidae, posiblemente presentes en los cultivos de mora y granadilla en la Meseta de Popayán; determinar a través de muestreo de frutos, si los cultivos de mora y granadilla se constituyen en huéspedes reales de las posibles especies de moscas de la fruta identificadas en la zona de estudio; verificar si las condiciones de temperatura y altura sobre el nivel del mar en la zona del estudio, ejercen influencia sobre presencia, distribución y diseminación de las posibles especies de moscas de la fruta identificadas en la Meseta de Popayán.

1. MARCO TEÓRICO

1.1 GENERALIDADES DE LA PLAGA

Según Núñez (2000), las moscas de la fruta pertenecen al Orden Díptera, Familia Tephritidae, que comprende aproximadamente unas 4.000 especies descritas, de las cuales más de 400 se encuentran en el continente Americano, siendo las especies de importancia económica en Colombia, las que pertenecen a los géneros *Anastrepha* (Schiner), *Toxotrypana* (Gestaecker) y *Ceratitis* (Wiedemann). De los tres géneros mencionados, el género *Anastrepha* es considerado como el de mayor importancia económica, debido a la magnitud del daño que causan sus larvas en frutos de plantas cultivadas en los países tropicales y subtropicales del Continente Americano.

El género *Anastrepha*, comprende actualmente un poco más de 200 especies descritas, de las cuales, cuatro son consideradas de importancia económica en frutales: *Anastrepha striata* S, en guayaba; *A. fraterculus* (Wiedmann) en durazno, mango, jobo y otros frutales; *A. obliqua* (Macquart) en mango y jobo y *A. Serpentina* (Wiedmann) en níspero, caimito y otras sapotáceas. Además de éstas, existen otras especies como: *A. pickeli Costa Lima* y *A. manihoti Costa Lima*; que son consideradas como plagas potenciales en yuca (Núñez 2000, citado por Patiño, 2002).

Según Gómez (1996), el ciclo de vida de las moscas de la fruta, se inicia cuando las hembras adultas ponen los huevos debajo de la cáscara de las frutas, teniendo un ciclo de vida completo (Holometábolo), es decir, que atraviesan por cuatro estados biológicos diferenciados: huevo, larva, pupa y adulto. Entre dos y cuatro días más tarde, las larvas emergen y empiezan a alimentarse de la pulpa de la fruta, en donde construyen galerías en diferentes direcciones, expulsando excrementos que contaminan y causan pudriciones. Es así como el periodo larval dura de 15 a 18 días y está determinado entre otros factores por el clima y por la alimentación, donde antes de convertirse en pupa, sale del fruto y la mayoría de las veces se entierra en el suelo, hecho que generalmente coincide con la caída del fruto, en este estado la mosca dura de 6 a 13 días, siendo de forma cilíndrica y de color rojizo. Una vez emergida de la pupa, la mosca es blanda y húmeda, por lo que busca refugio entre las hojas, ramas secas y caídas, permaneciendo por un tiempo inmóvil, pero una vez seca, vuela en busca de alimento.

Los adultos de los Tephritidos, se caracterizan por tener un tamaño aproximado al de la mosca casera; son de colores variados, predominando el amarillo, tienen las alas hialinas con manchas, bandas longitudinales y transversales, viviendo normalmente de 1 a 3 meses, donde las hembras alcanzan su madurez sexual a los tres o cuatro días de edad y copulan una o varias veces. Labrador y Katiyar (1977), citado por Patiño (2002), afirman que bajo condiciones tropicales, los factores que influyen en el desarrollo biológico de las moscas de la fruta, son la humedad, la temperatura, la luz, la vegetación nativa, el sustrato de empupamiento, el sustrato de oviposición y la disponibilidad de alimento. Una de las características de estos insectos, es su alta capacidad de dispersión y gran

adaptabilidad a diversos medios, ya que cuando las condiciones son desfavorables (sequías, falta de árboles frutales, etc.), se desplazan a las partes más elevadas de los árboles y se dejan llevar por los vientos dominantes; de este modo logran desplazarse a distancias enormes y vencer barreras naturales. Sin embargo, el principal medio de dispersión es el hombre a través de la movilización de tierra o de frutos infestados.

1.2 GÉNERO *Anastrepha* spp.

1.2.1 Origen y distribución geográfica. El género *Anastrepha*, es originario del Neotrópico y representativo del continente americano, tomando en consideración principalmente los climas tropicales y subtropicales. Sin embargo, la especificidad por plantas hospedantes parece ser un factor común en *Anastrepha*; ya que algunas especies atacan con preferencia plantas de la misma familia. Ejemplo de ello son: *A. grandis* (Macquart), en Cucurbitáceas, *A. obliqua* (Macquart), en Anacardiaceae; *A. serpentina* (Walker), en Sapotaceae, *A. striata* (Schiner), en Mirtaceae, *A. pallidipennis* (Greene), en Passifloraceae, además existen especies generalistas tales como: *A. suspensa* (Lowe) o mosca del Caribe, *A. fraterculus* (Wiedeman) mosca suramericana y *A. ludens* (Lowe) mosca mexicana, éstas atacan más de 60 especies de plantas diversas, mientras que en nuestro país se registran 15 especies del género *Anastrepha*, presentes en regiones con temperaturas entre 15°C y 29°C, es decir, alturas entre el nivel del mar y 2000 metros aproximadamente (Núñez, 2000, citado por Patiño, 2002).

El análisis de las relaciones de *Anastrepha*, con sus hospedantes resulta algo complejo, en parte, porque sus reconocimientos se han limitado a hospederos cultivados y los hospederos silvestres, no se han encontrado o no han sido correctamente identificados. Además, el uso de nombres comunes para las plantas hospedantes ha imposibilitado una verificación precisa (Hernández, 1990, citado por Patiño, 2002).

1.2.2 Ciclo biológico y hábitos. El ciclo de vida de estas moscas, se inicia cuando las hembras adultas ponen los huevos debajo de las cáscaras de las frutas, que según Gómez (1996), en su revista técnica las moscas de la fruta, del Instituto Colombiano Agropecuario – ICA, las hembras depositan de 10 a 110 huevos por postura, en frutos en fase de maduración, pasando por cuatro estados diferenciables: huevo, larva, pupa y adulto. En el primer estado los huevos, son depositados individualmente por la hembra y son de color blanco, pálido y transparente, pero a medida que estos se van desarrollando completamente, su tonalidad va cambiando, tornándose un poco más opacos.

Mientras pasan al segundo estado, los huevos ya convertidos en larvas toman un color crema claro, hasta amarillo, sin embargo el color varía con el tipo de fruto del cual se alimentan; durante este periodo las larvas también presentan un continuo cambio en cuanto a morfología y longitud; pasando por tres instares, donde en el tercer instar abandonan el fruto, enterrándose en el suelo y preparándose para empupar. La duración en este período es de 13 a 28 días. Después de larva, ésta se convierte en pupa, en donde aumenta un poco más su longitud e igualmente su color varía, desde color paja

hasta marrón oscuro con una duración del estado pupal de 14 a 23 días; unos días más tarde, los adultos emergen del pupario, reiniciando el ciclo, siendo su principal característica, las tres manchas que presentan sus alas; la primera es horizontal, la segunda atraviesa el ala en forma de S y la tercera tiene forma de V invertida, estos adultos habitan en la planta hospedera o plantas vecinas, donde pasan la mayor parte del tiempo y su duración en estado adulto es muy variable tanto para los machos como para las hembras, en los primeros varía de 14 a 319 días y en las hembras la longevidad es de 13 a 134 días. Es así como las moscas de la fruta se desarrollan en tres ambientes principalmente: la vegetación, el fruto y el suelo (Gómez, 1996).

1.3 GÉNERO *Ceratitis* spp.

1.3.1 Origen y distribución geográfica. Este género, pertenece al orden Díptera e incluido en la familia Tephritidae, cuyo nombre científico es *Ceratitis capitata* Wied. Es también llamada mosca del mediterráneo, ya que en los países mediterráneos es donde su incidencia económica se ha hecho más patente, siendo originaria de la costa occidental de África y desde donde se han extendido a otras zonas templadas, subtropicales de los dos hemisferios. Es considerada como especie cosmopolita, por su dispersión debida al transporte de productos realizado por el hombre (Núñez, 2000, citado por Patiño, 2002). En Colombia fue reportada por primera vez en Nariño en 1986, posteriormente en Antioquia y Cauca en 1987 (Tróchez, 1987)

1.3.2 Ciclo biológico y hábitos. Según Núñez (2000) citado por Patiño (2002), el ciclo de vida de la mosca del mediterráneo se inicia cuando la hembra fecundada da inicio a la oviposición en la pulpa del fruto, siendo atraída por el olor y el color, prefiriendo el amarillo y el naranja, donde una sola cópula en la vida de la hembra, es suficiente para la fertilización continua de los huevos, pues su espermateca almacena los espermatozoides del macho y cuando los frutos no están disponibles pasa mucho tiempo sin ovipositar, haciéndolo cuando las condiciones son favorables, sin necesidad de volver a copular.

Al igual que en *Anastrepha*, esta mosca también atraviesa por los estados de huevo, larva pupa y adulto; en el primero de ellos, la hembra es capaz de poner hasta un número total de 300-400 huevos y si las temperaturas son favorables los huevos eclosionarían en unos 2 días, presentando una tonalidad blanca, que cambia a amarillo poco después de su puesta, además de ser alargado y ligeramente curvo. Poco tiempo después el huevo se convierte en larva, que inicialmente es pequeña y blanquecina, pero que después de efectuar dos mudas, logra alcanzar su completo desarrollo, presentando un color blanco o amarillo con manchas crema, anaranjadas o rojizas, debidas a la presencia de alimentos en su interior. La vida larvaria se prolonga durante 6-11 días en condiciones favorables; estas larvas se alimentan de la pulpa del fruto donde producen galerías y una vez concluida la última muda, la mosca del mediterráneo atraviesa por el tercer estado; la cual se entierra en el suelo donde realizan su fase de pupa bajo las hojas secas, que dura entre 6 a 15 días, preparándose para emerger y emprender vuelo, que a diferencia de *Anastrepha*, ésta posee sus alas desarrolladas, aunque no sus órganos sexuales (Bermúdez, 2006).

Según Gómez (1996), una vez que la mosca del mediterráneo, pasa por el estado de pupa, esta llega a su última fase; la de adulto, para así poder iniciar el ciclo nuevamente, siendo su tamaño mucho menor al de la mosca domestica, de color amarillo, blanco y negro, cuyas alas algo irisadas presentan varias manchas grisáceas, amarillas y negras. La duración del ciclo, depende de la temperatura y su actividad se ve reducida en época de invierno, donde pueden pasar en estado de pupa y si la temperatura sube por encima de 14°C vuelven a estar activas. En condiciones de clima caliente pueden desarrollar hasta 8 generaciones al año.

1.4 GENERALIDADES DEL CULTIVO DE MORA

La mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth), es originaria de las zonas altas tropicales de América, encontrándose en Ecuador, Colombia, Panamá, Honduras, Guatemala, México e inclusive en los Estados Unidos (Bonett, 1977, citado por Barragán, 2001). En Colombia las zonas productoras se encuentran principalmente en la región andina y las estribaciones de la cordillera occidental, en los departamentos de Caldas, Cauca, Nariño, Quindío, Cundinamarca, Boyacá, Risaralda, Tolima, Huila, Antioquia, Santanderes y en algunos sectores del Meta, alcanzando una producción entre 12 y 15 toneladas por hectárea, en un área aproximada de 450 has (Bonett, 1977, citado por Barragán, 2001). En el departamento del Cauca es importante este cultivo porque además de ser fuente de trabajo en la región, se constituye en la base económica de los agricultores, que respaldados hoy por la acción técnica de organismos del estado, están en procesos de mejoramiento de la producción y la calidad del producto, logrando de igual forma mejorar su calidad de vida, al aumentar sus ingresos familiares. La posible presencia de especies de moscas de la fruta en estas zonas, pondrían en riesgo a la población productora de este cultivo en el Cauca, al afectar la producción y productividad.

1.4.1 Clasificación taxonómica. Según Barragán (2001), la mora es un frutal que comprende alrededor de trescientas especies en todo el mundo y se ubica en la siguiente clasificación taxonómica.

Reino: Vegetal
División: Angiosperma
Clase: Dicotiledónea
Subclase: Diapétala
Orden: Rosales
Familia: Rosaceae
Género: *Rubus*
Especie: *Glaucus*
Nombre común: mora de castilla, mora andina, zarzamora azul.

Por su característica de poder propagarse sexualmente por medio de su alogamia, el cruzamiento natural de la mora es alto; de ahí que el género *Rubus* es uno de los de mayor diversidad genética del reino vegetal y ha sido subdividido en 12 subgéneros. En

Colombia existen unas 40 especies silvestres del género *Rubus*, de las cuales solo 24 están clasificadas.

1.4.2 Descripción morfológica. Según Franco (2002), la mora es una planta perenne, de porte arbustivo, semierecta, de tallos rastreros o semi erguidos, que forman macollas y pueden tener o no espinas; éstos tallos se extienden hasta los pecíolos y la nervadura central del envés de las hojas, emitiendo constantemente brotes basales de longitudes variables; posee hojas alternadas con tres folíolos y de bordes aserrados de color verde por encima (haz) y blanquecino por debajo (envés) y cuyas ramas florecen en racimos terminales, que caducan una vez ocurrida la fructificación, sus flores son hermafroditas, de color blanco, las cuales se disponen en racimos terminales, poseen un cáliz con cinco sépalos verdes, agudos y persistentes, una corola con cinco pétalos blancos, rojos o de color lila; generalmente la flor terminal de la inflorescencia es de mayor tamaño y es la que se fecunda primero y desarrolla su fruto más temprano.

El fruto, está constituido por un conjunto de drupas suculentas, con una semilla en su interior; presentando diversas formas: circulares, cónicas o elípticas; e igualmente de diversos tamaños, que maduran de forma dispereja debido a que la floración no es homogénea, y cuando lo hacen, su color varía del rojo al púrpura o rojo oscuro; la producción de frutos es continua aunque se observan picos de producción a intervalos de 5 a 6 meses, la raíz es de tipo fasciculado; donde las raíces primarias se distribuyen en los primeros 30 centímetros del suelo, disponiéndose horizontalmente, las cuales cumplen con funciones de sostén y absorción, además favorecen la propagación de la planta al presentar yemas vegetativas capaces de activarse, a lo largo de las raíces primarias se desarrollan raíces secundarias y terciarias que favorecen la absorción de agua y nutrientes (Barragán, 2001).

1.4.3 Condiciones Ambientales. Según Franco (2002), en Colombia, la mora prospera y produce abundantes cosechas en zonas de clima frío moderado, comprendidas entre los 1400 y 2500 msnm, pero el mejor desarrollo se obtiene entre 1800 y 2400 msnm, por encima de estos valores los rendimientos son menores y disminuyen la calidad y tamaño de los frutos. Igualmente el cultivo de mora se ve afectado por el comportamiento de las precipitaciones, es decir por la cantidad, intensidad, duración y la frecuencia de las lluvias, por lo tanto se considera como norma general, que ésta planta requiere una precipitación entre 1500 y 2500 mm anuales, estas plantas logran un buen desarrollo en condiciones de humedad relativa, que oscilan entre 70 y 80%. Y aquellos valores que están por encima de este rango y que perduran por más de tres horas, pueden causar daño a la planta y a su producción. Otro factor importante, donde el cultivo de la mora logra el mejor desempeño es el de la temperatura, el cual se obtiene con temperaturas entre 11 y 18°C.

De igual manera, la mora también requiere de una cantidad determinada de horas de brillo solar, para expresar todo su potencial, ya que ésta, posee un bajo punto de compensación luminosa, es decir que necesita de pocas horas de brillo solar, para realizar con eficiencia los procesos de fotosíntesis y transformación de carbohidratos, encontrándose un promedio de 1200 y 1600 horas de brillo solar al año adecuadas para el

cultivo y a medida que éstas aumenten, se incrementa también la necesidad de agua y nutrientes anuales.

El suelo ideal para la mora de castilla, es el de textura franca, rico en materia orgánica, que pueda retener humedad, pero que no se encharque. La mora crece en suelos ligeramente ácidos (pH ácido), con un pH de 5.5 a 6.5; pero existe la evidencia que se desarrolla mejor en un pH de 5.7, por lo tanto la planta requiere suelos profundos y es exigente en nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio (Barragán, 2001).

En zonas donde hay una alta pluviosidad, se prefieren terrenos inclinados, para favorecer el drenaje y para zonas de baja pluviosidad, donde se presenta escasez de agua, se prefieren los suelos planos. En cualquier caso la humedad del suelo es importante, pues la mora permanece en crecimiento tanto vegetativo como productivo y la escasez de agua da como resultado, frutos de baja calidad, pequeños, pobremente coloreados y sin sabor (Barragán, 2001).

1.4.4 Propagación. Aunque la mora se puede propagar sexual o asexualmente, el método recomendado comercialmente, según Franco (2002), es el asexual y esto es debido, principalmente a la baja cantidad de semillas fértiles en cada fruto, el largo periodo de la germinación y al lento desarrollo de las plántulas que logran germinar, por lo tanto los métodos asexuales más empleados en la propagación de la mora, son el acodo y la estaca, en ambos casos, para obtener un buen material es importante escoger plantas sanas, vigorosas y productivas; con el primer método se obtienen plantas iguales a la planta “madre” y consiste en inducir la formación de raíces en un tallo, que aún permanece unido a la planta y que se logra introduciendo la punta de una rama productiva en la tierra o en una bolsa con tierra y que al cabo de treinta días, aparecen las primeras raíces, en donde el acodo es separado definitivamente de la planta madre.

En el segundo método de propagación, se emplean ramas productivas (hembras), este es muy utilizado por la mayoría de los agricultores, por lo fácil de realizar y por que brinda ventajas económicas y sanitarias, siendo igualmente importante obtener el material de plantas sanas, de consistencia leñosa y que la estaca cortada quede con tres yemas en buen estado, lo cual garantizará obtener plantas de mora libres de enfermedades, vigorosas y buenas productoras de fruta.

1.5 GENERALIDADES DEL CULTIVO DE GRANADILLA

Según Malca (2001), la granadilla (*Passiflora ligularis*.L) pertenece a la familia de las passifloráceas, conocidas como “Flores de la Pasión”, las flores vistosas de estas especies llamaron la atención de los primeros misioneros españoles, que vieron en ellas la representación de los elementos de la Pasión de Jesucristo, de donde se deriva el nombre técnico de las especies que integran la familia Passiflorácea, a la misma familia de la granadilla pertenecen otras frutas como maracuyá, la curuba, la badea y la gulupa.

La granadilla es originaria de América tropical y se halla dispersa desde México, a través de centro América, en las Antillas y Sudamérica. Actualmente en Colombia el principal productor a nivel nacional es el municipio de Urao (Antioquia), de donde el 90% de la granadilla que consume el país proviene de esta zona (Angulo, 2003).

El cultivo de la granadilla es una alternativa económica para tierras de clima frío moderado, cuyas prácticas de cultivo están siendo mejoradas por los productores de la meseta de Popayán, aunque este cultivo es relativamente nuevo en la zona. A la fecha, muchos de estos cultivos tienen entre dos y tres años de edad y el mercado principal es el local; al igual que la mora de castilla, su importancia radica en que su cultivo es otra fuente generadora de ingresos para las familias dedicadas a su explotación (CCI 2008).

1.5.1 Clasificación Taxonómica. Según Angulo (2003), la granadilla es considerada, una de las frutas más exóticas de sur y centro América y pertenece a la siguiente clasificación taxonómica.

Reino: Vegetal

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Violales

Familia: Passifloraceae

Género: *Passiflora*

Especie: *ligularis*

Nombre común: Granadilla (Bolivia, Costa Rica, Ecuador, México, Perú), Granadilla común (Guatemala), Granadilla de china o parchita amarilla (Venezuela), Granadilla (Jamaica).

1.5.2 Descripción morfológica. La planta de la granadilla, es un bejuco de hábito trepador y enredador semileñoso, sus raíces son fibrosas, ramificadas y profundizan de 20 a 40 cm. De tallo cilíndrico estriado con nudos cada 12 a 15 cm, de coloración amarillo-verdoso en su estado inicial y marrón claro en estado adulto, posee zarcillos con los cuales se enreda y trepa. En cada nudo se encuentran dos estipulas y dos yemas florales, un zarcillo, una yema vegetativa y una hoja acorazonada grande (Malca, 2001). Cada rama tiene nudos entrenudados y en cada nudo se observa una hoja entera acorazonada de peciolo corto y al lado se encuentran dos estipulas, donde al interior de estas se encuentran las yemas florales, las flores tienen forma de campana de color verde en su exterior y blanca en su interior, los pétalos son tubulares, de color blanco y lila, en cuanto al fruto se refiere, este es una cápsula ovoide o elíptica, sostenida con un pedúnculo largo, su cáscara es dura, amarilla, con puntos blancos, de color variable de acuerdo al grado de madurez (Malca, 2001).

1.5.3 Condiciones Ambientales. El rango dentro del cual resulta adecuado establecer la granadilla, está entre los 1600 y 2500 msnm. Sin embargo, la altura óptima está entre los 1800 a 2000 msnm, con temperaturas entre 16°C y 20 °C, además requiere una radiación

solar de 8 horas/día, una precipitación de 2000 a 2500 milímetros anuales y una humedad relativa del 70 al 80%. En cuanto a suelos se refiere, la granadilla prefiere suelos de textura liviana, francos a francos arcillosos, profundos y ricos en materia orgánica, con un pH de 5 a 6.5 y en donde la pendiente, no es un factor limitante para este cultivo (Secretaría técnica, cadena productiva frutícola, 2006).

1.5.4 Propagación. La granadilla, puede propagarse básicamente por dos métodos; sexual (semillas) y asexualmente (vía vegetativa). El primer método es el más empleado, el cual se inicia con la selección y extracción del fruto, el material utilizado debe ser extraído de plantas sanas, de alta productividad, frutos maduros, enteros, sanos y con un peso individual de 100 gr o más. El proceso se inicia con el corte de los frutos por la mitad, para luego vaciar su contenido en un recipiente con agua limpia, en donde se mantiene en remojo por 48 horas. Inmediatamente después, la semilla es pasada por el tamiz de un colador hasta que desprenda completamente el arilo. Luego se procede a secar bajo sombra por unas 24 a 48 horas para obtener las semillas. Posteriormente, esta pasa por un proceso de almácigo, que consiste en sembrar las semillas en tierra o en mezclas diversas con materia orgánica, en bolsas de 1kg aproximadamente. Luego son trasplantadas y germinan al cabo de 15 a 20 días (Bejarano, 2001).

El segundo método empleado, es por injerto, este tipo de propagación se utiliza para superar problemas de enfermedades causadas por hongos, que viven en el suelo o por limitaciones climáticas. También existe la propagación por estacas que dura aproximadamente dos meses antes de ser trasplantadas a la tierra, este método proporciona plantas de granadilla más precoces, pero de menos años de vida productiva (Bejarano, 2001).

1.6 CONDICIONES CLIMÁTICAS DE LA MESETA DE POPAYÁN

La región comúnmente denominada Meseta de Popayán es un Valle interandino o peniplano de Popayán y se encuentra localizado en la parte central del Departamento del Cauca. Limita por el norte con el Río Ovejas a los 2º 50´ de latitud norte; por el sur con el Río Las Piedras a los 2º 20´ de latitud sur; por el este con la cordillera central y por el oeste con el cañón del río Cauca. Se encuentra a una altura sobre el nivel del mar, que está entre los 1635 y 1852 msnm (ICA, 2002).

Sobre la meseta, se ejerce una marcada influencia tanto climática como geológica, encontrándose la cadena de volcanes de la cordillera central, Puracé, Sotaró y Coconucos al este, los cerros de Guabos, Munchique y el alto del Trueno al oeste y como accidente notable tiene el alto de la Tetilla, que se encuentra hacia el sur occidente de la zona. La distribución de la precipitación a través del año, se considera aceptable para fines agrícolas, los valores medios de la precipitación no varían notoriamente de un lugar a otro de la meseta, con un valor anual promedio de 1932.5 mm, presentándose un periodo seco durante los meses de junio, julio, agosto con 98.8, 61.3 y 57.0 mm de precipitación respectivamente, seguido de un periodo de alta precipitación durante los meses de octubre, noviembre y diciembre con 252.6, 313.7 y 229 mm (ICA, 2002).

Los valores promedio, máximo y mínimo mensual de temperatura no varían mucho de mes a mes para una misma altura, varían, sin embargo con la altura, mostrando un valor promedio de 20,2, 19 y 17,7°C para elevaciones de 1500, 1700 y 1900 metros respectivamente, con valores máximos de 25,9, 25,0 y 24,1°C y mínimos de 14,9, 13,7 y 12,5°C respectivamente para las mismas alturas.

La meseta presenta un promedio de 219 días de lluvia con una intensidad máxima durante 4 horas de 81.5mm (ICA, 2002). De igual manera, los periodos de mayor brillo solar se ubican entre los meses de Enero, Junio, Julio y Agosto, alcanzando valores por encima de 150 horas de brillo solar mensual IDEAM, (2000). Mientras que la humedad relativa promedio es de 75 a 79 % con un máximo promedio de 93% y un mínimo medio de 43%. Estos valores permiten clasificar el clima de la meseta de Popayán, como templado húmedo (ICA, 2002).

1.7 DETECCIÓN DE LAS MOSCAS DE LA FRUTA

La detección hace referencia a las labores de trampeo y muestreo de frutos para la captura de especímenes de moscas de la fruta, que una vez identificados en el laboratorio, dan información sobre las especies nativas e introducidas, así como sobre su dispersión; los dos métodos utilizados simultáneamente, contribuyen a detectar en un área específica las especies introducidas, nativas y a determinar su relación con los hospederos.

Es así como la utilización de trampas y atrayentes, son un medio para obtener información sobre especies, así como para hacer el seguimiento de las especies nativas en aspectos relacionados como magnitud y duración de la infestación, número relativo de adultos, extensión de áreas infestadas, avance y aún el origen de una especie en particular. Además, sirven como instrumento de monitoreo del efecto de las acciones de control y en cierta medida para orientar, disminuir, reforzar o modificar las acciones que se están adelantando en cada región (Gómez, 1996).

Durante el establecimiento de un programa de detección, es necesario tener en cuenta las características geográficas, agroclimáticas y socioeconómicas del área, el conocimiento de la época de fructificación por zonas y cultivos, la distribución de los hospederos silvestres y el mercadeo de los productos. Todos estos factores, ayudan a determinar la época y las zonas más adecuadas para adelantar las acciones (Gómez, 1996).

1.7.1 Trampeo. Mediante esta práctica se determina la presencia de la plaga en las áreas productoras, su distribución y abundancia, de la cual se obtiene información que se utiliza para programar las actividades de control necesaria; para realizar el trampeo se emplean las trampas McPhail y la Jackson; con la primera se capturan moscas del género *Anastrepha* y con la segunda se atrapan las moscas del Mediterráneo, utilizando atrayentes específicos para cada especie (Gómez, 1996).

1.7.2 Muestreo de frutos. El muestreo de frutos, al igual que el trapeo, es una herramienta de detección, por el cual se identifican las especies de moscas de la fruta asociadas con los frutales específicos en cada zona y/o en tiempos definidos y se determina el grado de infestación con base en el número de larvas por kilogramo y el porcentaje de frutos dañados en la muestra analizada.

Para seleccionar los frutales a muestrear, es necesario tener en cuenta aspectos como: frutos perforados, manchas circulares, puntos necróticos o maduración prematura; el tamaño de la muestra es variable y depende del tamaño y disponibilidad del fruto muestreado; puede variar de 0.5 Kg para frutos pequeños, hasta 5 kg para frutos grandes; se debe recolectar una muestra por hectárea; a la fruta recolectada se le extraen las larvas y se depositan en frascos con alcohol al 70%. Este frasco se etiqueta con el número de larvas encontradas y se remite al laboratorio para su respectiva identificación y posterior toma de decisiones en el manejo de las moscas de la fruta (Gómez, 1996).

1.8 CARACTERÍSTICAS DE LAS TRAMPAS DE MONITOREO

La densidad de trampas depende de varios factores como son: objetivos del monitoreo, recursos económicos, disponibilidad de personal, topografía del terreno, presencia de hospederos, clima etc. En Brasil, las densidades utilizadas son de una trampa / ha para superficies de más de 20 hectáreas y 4 trampas para superficies de hasta 2 hectáreas (Torres, 2006).

Según Torres (2006), el Organismo Internacional de Energía Atómica-OIEA (2005), recomienda instalar de 2 a 4 trampas por km² en áreas de producción, de 1 a 2 por km² en áreas marginales y de 0.25 a 0.5 trampas por km² para áreas urbanas y puntos de entrada. Por lo tanto la densidad de trampas varía de acuerdo a la importancia de la zona o región.

1.8.1 Trampa McPhail. Recipiente de vidrio o plástico, invaginado en la base, que tiene como principio la atracción alimenticia, que ejerce la proteína hidrolizada sobre las moscas de la fruta, especialmente en *Anastrepha*. Para su instalación, básicamente se prepara el atrayente alimenticio en proporción de 6 cc de proteína hidrolizada de soya o de maíz, más 200 cc de agua, se agita la mezcla para homogenizar los sedimentos y se coloca en el repliegamiento interno de la trampa (Gómez, 1996).

1.8.2 Trampa Jackson. Cartón plastificado o laminado de color blanco en forma de prisma triangular, en su interior se coloca un atrayente en una mecha de algodón; el principio de la trampa se basa en el comportamiento sexual de los machos, en donde se impregna la mecha de algodón con 2cm³ de trimedlure o atrayente sexual, el cual se coloca en la parte inferior de la trampa, este cebo generalmente atrae machos del género *Ceratitis*, aunque en poblaciones altas también atrae hembras (Gómez, 1996).

1.8.3 Instalación de las trampas en el predio. Antes de realizar la instalación del trampeo, es importante tener en cuenta que hay que planearlo y diseñarlo sobre un croquis; esto permite distribuir las trampas uniformemente en hileras de árboles, teniendo en cuenta la selección del árbol frutal, la densidad de trampas por hectárea y la permanencia del trampeo en el cultivo, de igual manera también es importante seleccionar árboles frutales frondosos, sanos y preferiblemente aquellos que tengan frutos maduros; una vez realizado lo anterior, se dispone a ubicar las trampas en el árbol frutal, en donde se permita la circulación del viento a través de las trampas y les proporcione sombra durante el día, ubicando así la trampa, en las $\frac{3}{4}$ partes de la altura del árbol, ubicándolas en medio de las ramas más largas para que tenga la sombra adecuada y el follaje de las puntas de las ramas no obstruya la entrada de las moscas (García, 1996).

1.8.4 Inspección y revisión de trampas. La inspección de las trampas McPhail, se debe hacer cada siete días y no más de quince, para esto hay que vaciar su contenido en un colador y revisar cuidadosamente los insectos atrapados, posteriormente la trampa se ceba y se instala en los sitios seleccionados para la siguiente lectura. En las trampas Jackson, es necesario observar el cartón con el pegante, verificar la presencia de ejemplares de moscas adheridas a la laminilla y realizar un conteo de las atrapadas para su envío al laboratorio y su respectiva identificación. A continuación se recarga nuevamente el algodón con el atrayente y se cambia la laminilla (García, 1996).

Las moscas atrapadas, son introducidas en un frasco que contiene una solución de 70% de alcohol y 30% de agua, al frasco se le adhieren una etiqueta con la información respectiva de la trampa y la fecha, posteriormente se envía la muestra al laboratorio para su identificación. La trampa se lava, se receba y se coloca nuevamente en el árbol, igualmente durante esta revisión en ambas trampas, se anota el número de moscas de las frutas capturadas en cada trampa (García, 1996).

1.9 INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRAMPEO

Una vez identificada la especie de mosca de las frutas en laboratorio, se inicia con la respectiva interpretación a través del (mtd), índice poblacional, el cual indica el número de adultos (machos – hembras), de una misma especie que se capturan por trampa y por día de exposición de la trampa (ICA, 2005).

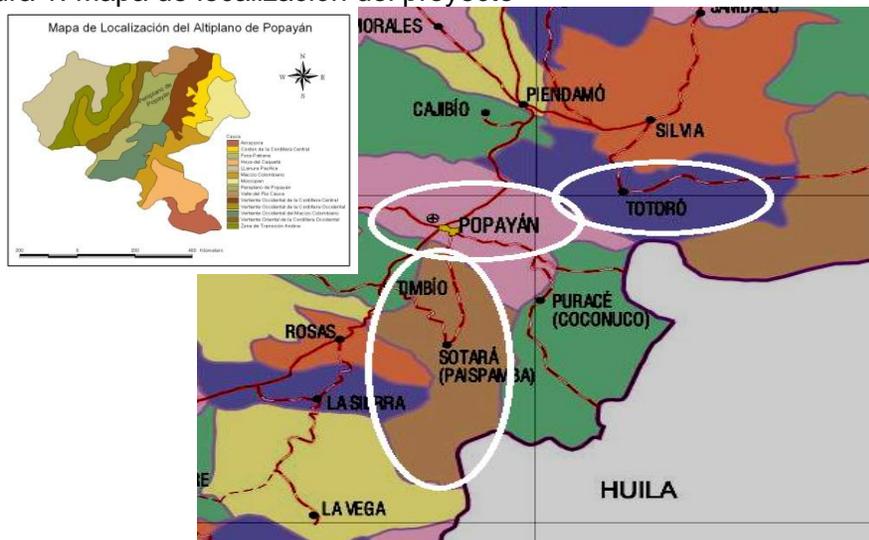
Este índice, permite evaluar la abundancia de la misma especie en diferentes lugares, determinar la época de aplicación de medidas de control, monitorear el efecto de las mismas entre otras. Por ende, los métodos de control de moscas de la fruta se deben orientar a obtener un mtd no mayor a 0.08 en huertos comerciales, orientados a la producción de fruta sana y de óptima calidad para concurrir a los mercados tanto nacionales como internacionales, para lo cual se debe estar alerta y aplicar métodos de combate contra las plagas, con el fin de impedir que la población de la plaga alcance niveles de daño por encima de 5% (ICA, 2005).

2. METODOLOGÍA

2.1 LOCALIZACIÓN

La fase de campo se realizó en tres municipios ubicados en la meseta: Popayán, Tutoró y Soltará (Figura 1). En el primer municipio se escogieron dos veredas y se seleccionaron dos predios en cada una de ellas y en los dos municipios restantes, se escogió una vereda con dos predios cada una, para un total de ocho predios seleccionados para el desarrollo del trabajo de investigación (Cuadro 1).

Figura 1. Mapa de localización del proyecto



Fuente: Gobernación del Cauca, 2003.

Cuadro 1. Ubicación de ocho predios en tres municipios de la meseta: Popayán, Tutoró y Sotaró

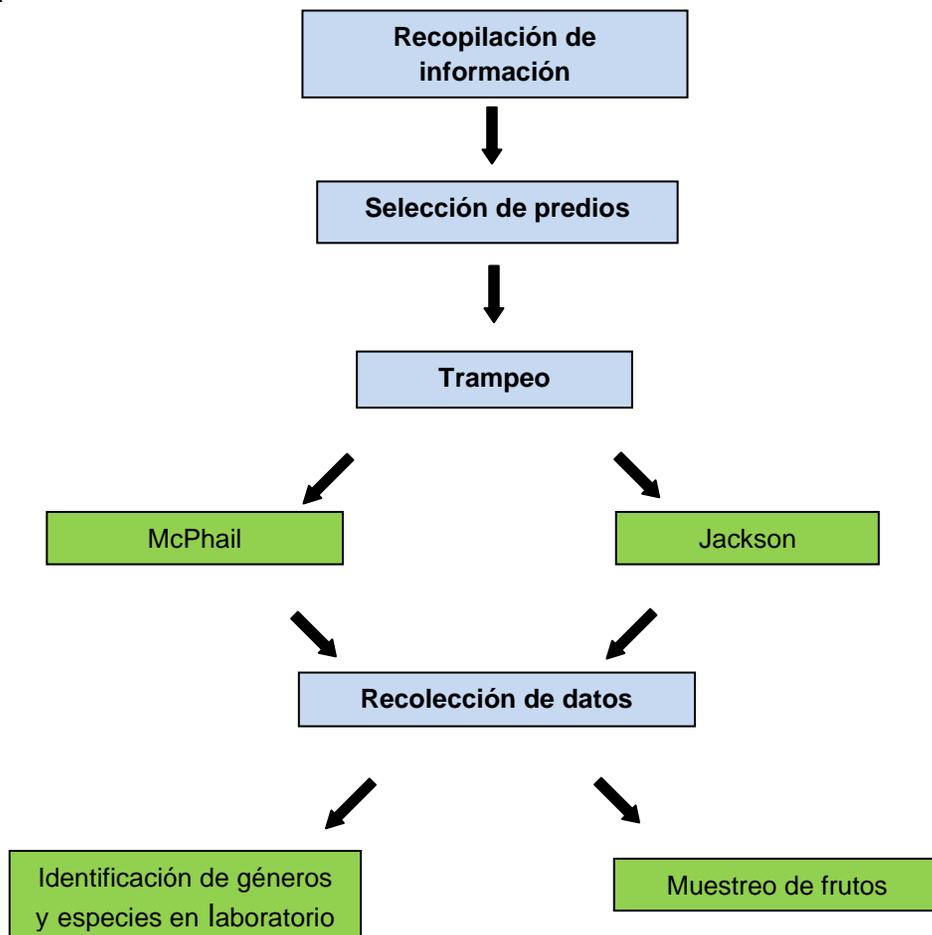
Municipio	Vereda	Finca	Cultivo	Área (ha)	Propietario
Popayán	Santa Bárbara	El Diviso	Mora sin tuna	1	Olegario Ordoñez
		Loma Alta	Mora sin tuna	1	Luis Guachetá
	El Cabuyo (Resguardo de Quintana)	El Chirimoyo	Mora con y sin tuna	1	Ximena Quilindo
		El Divizo	Mora con y sin tuna	1	María Rosa Quilindo
Sotaró (Paispamba)	Paramillo	El Refugio	Granadilla	1	Rolando Narváez
	San Isidro	San Pedro	Mora con Tuna	1	Rodrigo Moncayo
Totoró (Paniquitá)	Sector el Molino	El naranjo	Granadilla	1	Jair Gallego
	Sector el Molino	El Molino	Mora con tuna	1	Dionisio Camayo

Generalmente la meseta muestra un valor promedio de temperaturas que varían desde 17.7, 19 y 20.2°C, en elevaciones de 1500, 1700 y 1900 msnm respectivamente. Los valores promedio de la precipitación no varían notoriamente de un lugar a otro de la meseta, presentando un valor anual promedio de 1932.5 mm y una humedad relativa promedio de 75 a 79% (ICA, 2002).

2.2 PROCEDIMIENTO

Para el cumplimiento de los objetivos del proyecto de detectar e identificar especies de moscas de la fruta posiblemente presentes en los cultivos de mora y granadilla en la meseta de Popayán, se procedió a desarrollar las siguientes cuatro etapas: (figura 2).

Figura 2. Etapas desarrolladas para la detección de moscas de la fruta en la Meseta de Popayán



2.2.1 Recopilación de información. Inicialmente se procedió a recolectar información sobre las características geográficas, agroclimáticas y socioeconómicas de la meseta de

Popayán, revisión bibliográfica relacionada con aspectos generales de los cultivos de mora, granadilla y Manejo Integrado de Moscas de la Fruta, reconocimiento de la zona productora en la Meseta y contacto directo con los productores, para lo cual se contó con el apoyo de los Ingenieros Agrónomos Mauro Alegría, director de la Corporación Colombia Internacional-CCI y Oscar Armando Patiño Pantoja, director del Instituto Colombiano Agropecuario-ICA, responsable de los proyectos de sanidad vegetal en el departamento del Cauca.

2.2.2 Selección de los predios. Posterior al trabajo de socialización del proyecto entre los productores se procedió a la selección de los predios para la instalación de las trampas en campo, concertando entre técnicos, estudiantes y productores, la ubicación de ocho fincas de igual número de agricultores en los tres municipios, cuyas características involucraron área cultivada, estado de desarrollo y manejo del cultivo, factores estos tomados por la Corporación Colombia Internacional (CCI) como fundamentales en el apoyo de proyectos productivos en esta zona. De los ocho predios seccionados seis correspondieron al cultivo de mora de castilla y dos a granadilla, cada uno con una superficie sembrada de 1 ha., cuya producción se comercializa en el mercado nacional.

Por parte de la Corporación CCI y la Secretaria de Agricultura del Cauca se delegó a los ingenieros Agrónomos Enrique García y Andrés López, para brindar apoyo técnico y acompañamiento en las actividades de Manejo de estos cultivos en la zona. De igual manera se contó con la asesoría de los profesionales del Instituto Colombiano Agropecuario ICA del Cauca y del Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario del Valle, quienes conjuntamente con los directores del trabajo, facilitaron el logro de los objetivos del estudio.

Los predios seleccionados fueron georeferenciados con la ayuda de un GPS con el fin de determinar posición geográfica de cada uno de los sitios en donde se ubicaron las trampas en las cuatro veredas de los tres municipios, complementando esta información con los datos de altura sobre el nivel del mar, por considerar este factor importante en aspectos de la biología de la plaga (Cuadro 2).

Cuadro 2. Altura sobre el nivel del mar de ocho predios en tres municipios de la meseta: Popayán, Totoró y Sotaró

Municipio	Vereda	Finca	Altura msnm
Popayán	Santa Bárbara	El Divizo	1990
		Loma Alta	1900
	El Cabuyo (Resguardo de quintana)	El chirimoyo	2008
		El Divizo	2010
Sotaró (Paispamba)	Paramillo	El Refugio	2200
	San Isidro	San Pedro	2154
Totoró (Paniquitá)	El Molino	El naranjo	2130
	El Molino	El Molino	2102

2.2.3 Instalación del trampeo. En la instalación de las trampas se tuvo en cuenta el estado del cultivo, seleccionando sitios con presencia de frutos maduros y en donde la acción de los rayos solares y el viento no fueran directos. Esta actividad fue apoyada por técnicos del Instituto Colombiano Agropecuario - ICA. En ocho hectáreas de los dos cultivos se instalaron ocho trampas McPhail y ocho Jackson para un total de dieciséis trampas, las que conformaron el sistema del trampeo de donde se tomó toda la información a través de las capturas en cada una de las lecturas programadas. Esta actividad se realizó el 26 de enero de 2010. En las plantas de mora las trampas fueron sujetadas sobre las espalderas del cultivo (Figura 3a, 3b) y en el caso de la granadilla, se colgaron del emparrado y cerca de los frutos (Figura 4a, 4b). En ambos cultivos las trampas se ubicaron en los extremos de los lotes, por considerar que el objetivo del trabajo fue de establecer presencia o no de la plaga en la región, especialmente del género *Ceratitis*.

Figura 3. Instalación de las trampas en mora. a) McPhail; b) Jackson



Figura 4. Instalación de las trampas en granadilla. a) McPhail; b) Jackson



2.2.4 Recolección de la información. En los ocho predios seleccionados para el monitoreo de la plaga la inspección y revisión de las trampas McPhail y Jackson se realizaron cada quince días a partir de la fecha de su instalación en los cultivos, realizando un total de 17 muestreos durante el período de estudio, en cada una de las 16

trampas instaladas. Los registros abarcaron información relacionada con la fecha de cada muestreo, nombre de la finca, nombre del propietario, municipio, tipo de cultivo, estado fenológico y el número de moscas recolectadas por lectura. (Figuras 5 a y b). La información recolectada se organizó en tablas de registros diseñadas para tal fin (Anexo A).

Figura 5. Inspección de trampas en cultivos de mora. a) Trampa McPhail; b) Trampa Jackson



Para el caso de las trampas McPhail, se revisó en cada muestreo el contenido de la campana, para determinar la presencia de especímenes de moscas, las cuales se depositaron en un colador para facilitar la selección manual, separando las moscas de la fruta capturadas de otros insectos, de acuerdo a lo recomendado en el boletín de sanidad vegetal (ICA, 2007) (Figura 6).

Figura 6. Inspección de trampas McPhail en el cultivo de granadilla



Luego, con la ayuda de unas pinzas, las moscas de la fruta capturadas fueron introducidas en frascos que contenían una solución al 70% de alcohol y 30% de agua y la trampa fue nuevamente cebada e instalada en los sitios seleccionados para la siguiente lectura. En las trampas Jackson, se revisó el cartón con el pegante, verificando la presencia de ejemplares de moscas adheridas a la laminilla, procediendo luego a impregnar nuevamente el algodón con el atrayente y el cambio de la laminilla para la siguiente lectura.

2.3 PREPARACIÓN DE LA TRAMPA MCPHAIL

Antes de la instalación de la trampa en el campo, fue necesario recargarla con un atrayente alimenticio en proporción de 6 cc de proteína hidrolizada de maíz + 200 cc de agua (Figura 7), productos suministrados por el ICA.

Figura 7. Preparación de la trampa McPhail



2.4 PREPARACIÓN DE LA TRAMPA JACKSON

Se impregnó una mecha de algodón con 2 cc de trimedlure o atrayente sexual el cual se colocó en la parte inferior de la trampa. La feromona se utiliza específicamente para la captura de especímenes machos de moscas de fruta del género *Ceratitis*, aunque en poblaciones altas se pueden capturar hembras (figura 8). En la base de la misma también se colocó una laminilla impregnada de un pegante agrícola, para facilitar la captura de estos insectos. Estos materiales fueron suministrados por el ICA (Figuras 9 y 10).

Figura 8. Preparación de la trampa Jackson. Atrayente sexual (trimedlure)



Figura 9. Instalación del algodón en la parte lateral de la trampa Jackson



Figura 10. Aplicación del pegante agrícola en la laminilla trampa Jackson



Durante el período comprendido entre el 26 de enero y el 26 de agosto de 2010 que duró el desarrollo del trabajo, se recolectaron 17 muestras de especímenes de moscas de la fruta, las que fueron rotuladas para su envío en frascos de 4.5 cms alto x 3.5 cms ancho al laboratorio de sanidad vegetal del ICA en Palmira para su identificación (Figura 11), en donde 8 muestras correspondieron a capturas en cultivos de mora y 9 a cultivos de granadilla.

Figura 11. Rotulación de muestras, obtenidas en campo



2.5 MUESTREO DE FRUTOS

Paralelo al trabajo desarrollado con la lectura de las trampas se realizó un muestreo de frutos para verificar si estos dos cultivos eran posibles huéspedes de especímenes de

moscas de la fruta existentes en la zona. La actividad consistió en tomar frutos al azar tanto de mora como de granadilla que presentaron daños típicos por la plaga; a una parte de la muestra se le realizó disección para verificar directamente la presencia de posturas o larvas de la plaga y otra parte de los frutos recolectados se los colocó en cámaras de cría, que básicamente fueron neveras de icopor acondicionadas con arena húmeda y anejo, para propiciar de esta manera el desarrollo de posibles huevos o larvas presentes en los frutos al momento de su incorporación en estas cámaras. La revisión de las cámaras fue diario, proceso que se hizo por espacio de 30 días (Figura 12).

Figura 12. Muestreo de frutos



2.6 IDENTIFICACIÓN DE LAS ESPECIES ENCONTRADAS

El Proceso de identificación de las muestras recolectadas fue adelantado por los profesionales del Instituto Colombiano Agropecuario del Laboratorio de Palmira, quienes cada quince días reportaban los resultados de las identificaciones.

2.7 ÍNDICE POBLACIONAL

Una vez identificada la especie de mosca de las frutas en laboratorio, se inició con la interpretación a través del índice poblacional (mtd), el cual indica el número de adultos (machos – hembras), de una misma especie que se capturan por trampa y por día de exposición de la trampa. El índice poblacional se calculó empleando la siguiente fórmula:

$$I \text{ (mtd)} = M / t \times d$$

Fuente. ICA, 2007

En donde:

M: Número de adultos (machos + hembras de la especie determinada)

t: Número de trampas de donde procede el dato anterior.

d: Número de días durante los cuales se expuso la trampa.

Este índice, permite evaluar la cantidad de la misma especie en diferentes lugares y determinar la época de aplicación de medidas de control cuando hay necesidad de ello, para impedir que la población de la plaga alcance niveles de daño por encima de 5% (ICA, 2007).

2.8 VARIABLES EVALUADAS

Durante el ensayo se tomó como unidad experimental una hectárea de cada uno de los cultivos de mora y granadilla, considerando que ésta es la unidad mínima de producción con la que contó cada agricultor en el proyecto productivo, exigido y apoyado por el CCI.

Los datos obtenidos durante la recolección de las moscas de la fruta se organizaron en tablas de Excel (anexo B), con los cuales se realizó el análisis estadístico descriptivo para cada variable, empleando las medidas de tendencia central de posición (media) y medidas de dispersión, como: Varianza, Desviación estándar y Coeficiente de variación. De igual manera se empleó una correlación simple para determinar el grado en que las variables se encontraban linealmente relacionadas.

Las condiciones climáticas durante el ensayo, fueron tomadas de la Estación experimental “Manuel Mejía” ubicada en el municipio del Tambo Cauca 2010, teniendo en cuenta los factores más importantes para el presente estudio como: temperatura y precipitación (Cuadro 3).

Cuadro 3. Valores de temperatura y precipitación en el período enero-agosto 2010 en la meseta de Popayán, departamento del Cauca

Mes	T °C Máxima	T °C Mínima	T °C Media	HR %	Prec. Mm.
1	25.3	14,2	19,4	81	77
2	24.9	15,6	19,8	84	104
3	25.1	15,5	19,8	83	19
4	24,6	16	19,3	87	198
5	24,9	15,7	19,3	87	215
6	23,7	14,7	18,6	88	95
7	23.7	14.7	19.3	86	161.1
8	25.8	13.2	19.5.	79	25.9

Fuente. Estación experimental “Manuel Mejía” el Tambo Cauca, 2010.

La precipitación promedio en el área de estudio, durante los siete meses de evaluación fue de 111.86 mm, que presentó un comportamiento muy variado, destacándose un periodo seco en la época de enero, marzo, junio y agosto y un periodo con lluvias en febrero, abril, mayo y julio, mientras que la temperatura media de la zona estuvo en un rango de 18 a 19.8°C; la variación de la humedad relativa fue mínima, con promedio del 84.37%.

3. RESULTADOS

3.1 PRESENCIA DE LA PLAGA

Durante los siete meses que duro la evaluación del trabajo en la zona de estudio se verificó que el mayor número de moscas detectadas en los sistemas de trapeo se presentaron en el cultivo de granadilla, con un 62% de moscas capturadas (cuadro 4), mientras que en el cultivo de mora la presencia de moscas fue menor, con un 38% de las moscas recolectadas. Los resultados obtenidos indican que las moscas de la fruta presentes en la zona posiblemente provenían del cultivo de la granadilla madura, hecho que concuerda con lo reportado por Insuasty (2007), quien afirma que algunas especies de moscas, para alimentarse, prefieren frutos más dulces que otros o utilizan nutrientes de hospederos nativos existentes en la zona, como guayaba, café y algunos cítricos. Igualmente, menciona que las moscas de la fruta son Polífagas, es decir que utilizan frutos de la misma o de diferente familia, pero de diferente género y especie vegetal, por lo tanto se alimentan de una gran variedad de frutas, donde ovipositan y sirven de sustrato de alimentación a las larvas.

Cuadro 4. Análisis estadístico-descriptivo del número de moscas encontradas en los cultivos de mora *Rubus glaucus* y granadilla *Passiflora ligularis*, en tres municipios de la meseta (Popayán, Totoró y Sotaró)

	# moscas/ mora	# de moscas / granadilla
Total	11	18
Media	1.57	2.57
Desviación Estándar	2.50	3.25
Coefficiente de Variación	159.2%	126.4%

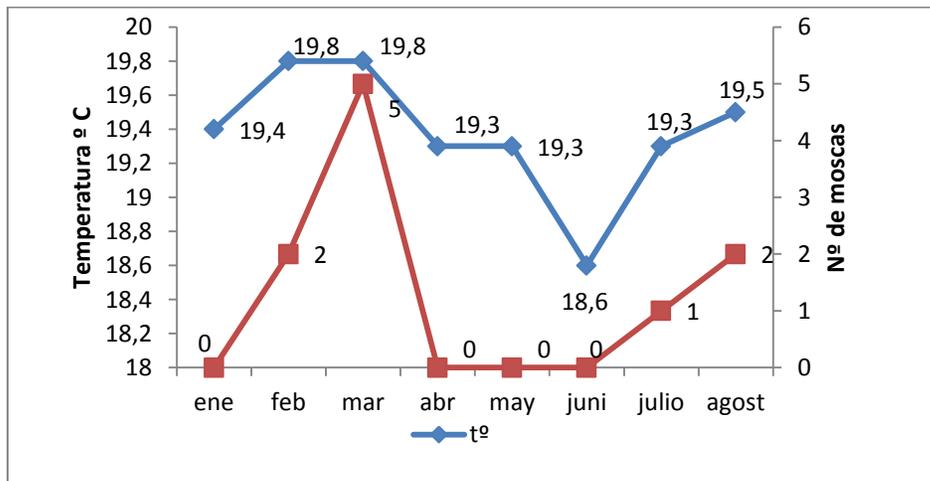
Insuasty (2007), también afirma que algunos nutrientes las moscas las encuentran en las secreciones glandulares de las plantas, el néctar y la savia que exudan los troncos, tallos, hojas, frutos con lesiones o en proceso de fermentación, las excretas de pájaros, de ganado, insectos muertos y secreciones azucaradas de homópteros y que durante el invierno algunas especies de moscas tropicales, se agrupan en el follaje de cítricos y banano los cuales proveen refugio y alimento.

En los tres municipios evaluados de la meseta de Popayán se encontró un índice poblacional de 0.12 mtd, el cual muestra la existencia de moscas y su baja prevalencia en la zona, señalando que la plaga aún no representa un riesgo económico para los productores. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Torres (2006), quien afirma que en Colombia, el índice general de moscas por trampa por día (mtd), para tomar medidas de control es de 1 mosca, mientras que en Brasil es de 0.5 moscas por trampa por día. Estos índices están basados en investigaciones realizadas para sus condiciones agroecológicas y dependiendo de estos valores, se toman las medidas necesarias para su control.

3.2 PRESENCIA DE LA PLAGA vs TEMPERATURA

La figura 13 indica que en marzo fue la época en donde se presentó la mayor captura de moscas de la fruta en el cultivo de mora, periodo que coincidió con valores por encima de los 19.5°C y en donde el cultivo atravesaba por un periodo de poca fructificación, con bajo número de frutos maduros, debido a la recuperación que el cultivo traía de una fuerte helada sufrida en el año anterior, según reporte del Ingeniero Enrique García, técnico del CCI.

Figura 13. Promedio mensual de temperatura vs número de moscas de la fruta capturadas en trampas instaladas en el cultivo de mora *Rubus glaucus*, en los municipios de Popayán, Totoró y Sotaró

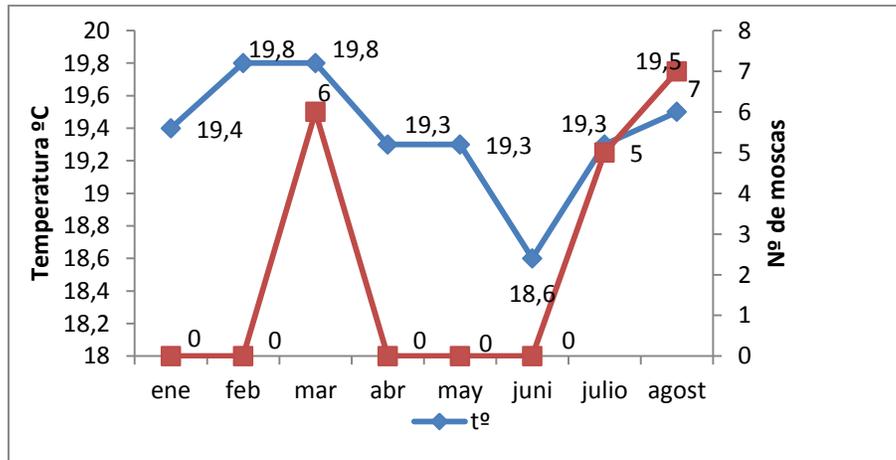


Entre los meses de abril, mayo y junio no hubo captura de moscas de la fruta en los muestreos correspondiente a este período, observando una relación directa con el descenso de la temperatura presentado en estos meses. Es de anotar también que el cultivo de mora a pesar de someterlo a dos cosechas semanales, la presencia de frutos en diferentes estados de desarrollo fue permanente. Esto concuerda con lo reportado por Insuasty (2007), quien afirma que la temperatura incide directamente en el desarrollo, mortalidad y fecundidad de las moscas de la fruta e igualmente, su presencia también depende de la época de fructificación de los cultivos. Por lo anterior, se asume que tanto la temperatura como la etapa fenológica en la que se encontró el cultivo, influyeron en la presencia de moscas de la fruta, presentando una correlación de 57% (Anexo C).

En el cultivo de granadilla, gráfica 2, la mayor presencia de moscas capturadas también se reportó en las épocas de mayor temperatura, 19.5 °C, que coincidieron en los meses de marzo, julio y agosto, en donde el cultivo inició la época de mayor fructificación, encontrando ya frutos en diferentes estados de maduración. Estos resultados que coinciden con lo reportado Torres (2006); Insuasty (2007), quienes afirman que el factor más determinante para la regulación del ciclo vital de las moscas de la fruta es el estado

fenológico del cultivo y la temperatura, factor que de este último, depende el número de generaciones por año. Por lo tanto, se puede asumir que tanto la temperatura como el estado de fructificación del cultivo probablemente influyeron en la presencia de moscas de la fruta en la zona donde se encontró una correlación de 65 % (Anexo C).

Figura 14. Promedio mensual de temperatura vs numero de moscas de la fruta capturadas en trampas instaladas en el cultivo de granadilla *Passiflora ligularis*, en los municipios de Popayán, Totoró y Sotaró



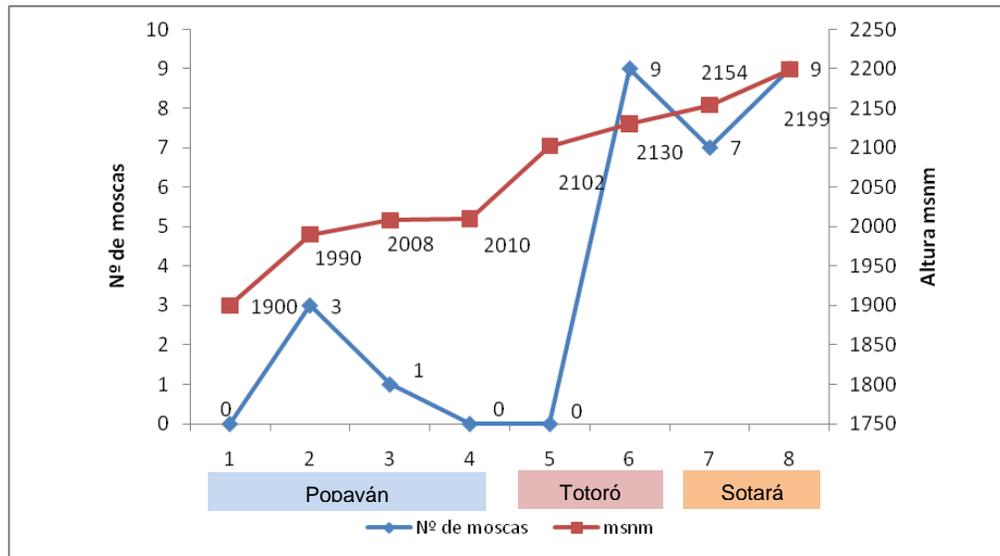
Torres (2006), manifiesta que la temperatura también influye en el número de generaciones por año, en donde las moscas alcanzan el mayor desarrollo entre 10 y 30°C, llegando a tener niveles de población muy elevados en épocas de fructificación, por lo tanto, se puede asumir que tanto la temperatura como el estado de fructificación del cultivo, probablemente influyeron en la presencia de moscas de la fruta en la región, donde se encontró una correlación del 59.5% (Anexo D).

3.3 PRESENCIA DE LA PLAGA vs ALTURA

La figura 15 indica que el mayor número de moscas de la fruta capturadas s en rangos de altura comprendidos entre los 1900 y 2200 msnm, cuyas temperaturas oscilaron entre 19,7 y 19,9°C. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Núñez (2000), citado por Insuasty (2007), quien afirma que las características más importantes de las moscas de la fruta son su alta capacidad de dispersión y la gran adaptabilidad a diversos ambientes, influenciadas por rangos de temperaturas que oscilan entre los 15 y 29°C y con alturas entre el nivel del mar y 2000 metros aproximadamente (Anexo C).

La altura con respecto a la presencia de moscas en la región presentó una correlación de 58.27%, permitiendo asumir que esta variable tiene una relación directa con la temperatura, la cual es constante a una misma altura, pero logra presentar variaciones entre alturas en una misma región, influyendo en la presencia o no de moscas de la fruta.

Figura 15. Número total de moscas de la fruta capturadas vs altura en msnm en los municipios de Popayán, Totoró y Sotaró



La presencia de moscas de la fruta en la región también se vio influenciada por las variaciones del clima durante el año anterior, periodo durante el cual se presentó una época seca y ciertas lluvias al final del año. (anexo D), hecho que tiene una marcada influencia en la biología y ecología de las moscas presentes probablemente en los cultivos de mora y granadilla para el siguiente semestre, lo que concuerda con lo reportado por Torres (2006), quien afirma que los adultos son abundantes después de periodos secos, por que las primeras lluvias estimulan la emergencia de pupas.

Igualmente, Bateman (1972), citado por Torres (2006), afirma que los factores ambientales como luz, temperatura y humedad ambiental, afectan directamente los estados de desarrollo de las moscas. Así mismo periodos muy secos afectan la fecundidad, debido a la baja humedad relativa en el ambiente. La baja humedad en el suelo también provoca pérdida de individuos, debido a que no hay un desarrollo completo en las pupas, dando origen a individuos deformes o causando la muerte de los mismos.

3.4 IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES DE MOSCAS DE LA FRUTA EN EL LABORATORIO

De trampas instaladas en el cultivo de mora se identificaron tres especies del género *Anastrepha*: *A. complejo fraterculus*, *A. manihoti* y *A. mucronota* (Cuadro 5).

En trampas instaladas en los cultivos de granadilla fueron identificadas cinco especies del género *Anastrepha*: *A. striata*, *A. fraterculus*, *A. xantacrona*, *A. mucronata* y *A. tomoplaga* (Cuadro 6).

Cuadro 5. Especies de moscas de la fruta del género *Anastrepha* identificadas de trampas McPhail instaladas en cultivos de mora *Rubus glaucus*, en los municipios de Popayán y Sotará

Municipio	Vereda	Fecha de recolección	Identificación	# Machos	# Hembras
Popayán	Santa Bárbara	25/02/10	<i>A. fraterculus</i>	0	1
		11/03/10	<i>A. fraterculus</i>	1	0
		20/07/10	<i>A. fraterculus</i>	0	1
		04/08/10	<i>A. fraterculus</i>	0	1
		18/08/10	<i>A. fraterculus</i>	1	0
Sotará	San Isidro	03/03/10	<i>A. mucronota</i>	0	1
		17/03/10	<i>A. manihoti</i>	1	1
		31/03/10	<i>A. fraterculus</i>	2	1

Cuadro 6. Especies de moscas de la fruta identificadas en trampas McPhail instaladas en cultivos de granadilla *Passiflora ligularis*, en los municipios de Totoró y Sotará

Municipio	Vereda	Fecha de recolección	Identificación	# Machos	# Hembras
Totoró	El molino	15/03/10	<i>A. striata</i>	0	2
		29/03/10	<i>A. fraterculus</i>	1	0
		26/07/10	<i>A. striata</i>	2	0
			<i>A. mucronota</i>	0	1
		23/08/10	<i>A. mucronota</i>	2	0
		<i>Xantocrona</i>	1	1	
Sotará	Paramillo	03/03/10	<i>A. fraterculus</i>	1	0
		17/03/10	<i>A. fraterculus</i>	0	1
			<i>Xantacrona</i>	0	1
		31/03/10	<i>A. Tomoplaga</i>	1	0
		24/07/10	<i>A. Tomoplaga</i>	0	2
21/08/10	<i>A. fraterculus</i>	1	2		

Según los resultados obtenidos por el laboratorio de diagnóstico del ICA se logró identificar las especies de moscas de la fruta presentes en tres municipios de la meseta (Popayán, Totoró y Sotará), donde se pudo determinar que la especie más representativa en trampas instaladas en el cultivo de mora fue *Anastrepha complejo fraterculus*, con un total de cuatro hembras y cuatro machos (cuadro 5), mientras que en trampas instaladas en el cultivo de granadilla se encontró más variedad de especies de moscas y en cantidad similar (cuadro 6), destacándose principalmente *Anastrepha striata*, con un total de dos machos y dos hembras y *A. complejo fraterculus*, con tres machos y tres hembras.

Las moscas identificadas del género *Anastrepha* fueron capturadas todas en la trampa McPhail, predominando el complejo *Anastrepha striata* S. y *Anastrepha fraterculus* W. tanto en las trampas instaladas en los cultivos de mora como en granadilla, especies consideradas uno de los mayores problemas fitosanitarios en varias regiones del país, lo cual coincide con lo reportado por Insuasty (2007), en estudios realizados por Corpoica, sobre manejo integrado de moscas de la fruta en guayaba en la región de la Hoya del río

Suárez-Santander, en donde se encontraron estas dos especies provocando daños directos en el fruto de guayaba. De las dos especies *A striata* causo daños al cultivo hasta en un 90%, mientras que *A fraterculus* tan solo en un 10%, siendo esta última especie mas incidente en el fruto de café. Es así como estas dos especies se convirtieron en un grave problema económico en esta región.

Las poblaciones de moscas de la fruta de género *Anastrepha* capturadas en trampas McPhail instaladas en los cultivos de mora y granadilla en tres municipios del departamento del Cauca fueron bajas durante todo el período de monitoreo de la plaga, lo que permite establecer que la zona es de baja prevalencia para estas especies.

Con respecto a la detección de especímenes del género *Ceratitis* monitoreadas con trampas Jackson no se encontraron evidencias de su presencia, pudiendo afirmar que la zona de la Meseta de Popayán se encuentra libre de esta plaga.

Lo anterior permite establecer que la presencia de las especies identificadas de moscas de la fruta en la zona de estudio pueden provenir de hospederos diferentes a los dos cultivos estudiados, dado la capacidad de atracción que tiene en estos casos la acción del atrayente alimenticio instalado en las trampas McPhail, lo que concuerda con lo dicho por Gómez (2007).

Los resultados obtenidos a través del muestreo de frutos mediante disección y crecimiento en cámaras de cría no permitieron determinar la presencia de especímenes de moscas dentro de la fruta, pudiendo afirmar que los ejemplares de moscas capturados pueden no corresponder a estos huéspedes.

4. CONCLUSIONES

Mediante el establecimiento del sistema de trapeo, cuya metodología fue diseñada por el ICA y análisis en laboratorio de Sanidad Vegetal, se logró identificar ocho especies de moscas de la fruta del género *Anastrepha*, presentes en la zona productora de frutales de la Meseta de Popayán, en donde predominan cultivos de mora de castilla, granadilla y otros.

De las ocho especies de moscas de la fruta identificadas, los complejos *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann) y *A. striata* (Schiner) se pueden considerar como plagas potenciales y de carácter económico para la región, dada la gran cantidad de hospederos diferentes a mora y granadilla (café, cítricos, guayaba) presentes en la meseta en alturas comprendidas entre 1900 y 2200 msnm.

De acuerdo a los resultados obtenidos, a la fecha no se puede afirmar que las especies capturadas en el sistema de trapeo establecido provienen de los cultivos de mora y granadilla.

De los tres municipios que conforman la Meseta de Popayán, a la fecha se consideran áreas de baja prevalencia para moscas de la fruta del género *Anastrepha* y áreas libres de la plaga Mosca del Mediterráneo pertenecientes al género *Ceratitis*, por cuanto de éste no se obtuvo capturas durante el estudio.

La temperatura fue un factor importante en la determinación de la presencia de especímenes de moscas de la fruta del género *Anastrepha* en la zona productora de la meseta de Popayán, por cuanto su influencia se asocia con las etapas de fructificación y maduración de frutos, propiciando junto con la presencia de otros huéspedes, condiciones apropiadas para el establecimiento y dispersión de estas especies.

Las mayores capturas de ejemplares de moscas de la fruta encontradas en las trampas McPail coincidieron con las épocas secas de los meses de julio y agosto, en donde los promedios de temperatura estuvieron por encima de los 19°C.

5. RECOMENDACIONES

Continuar los programas de estudio y monitoreo de Moscas de la Fruta en la Meseta de Popayán con la metodología diseñada por el ICA, registrar el comportamiento de las poblaciones de insectos plaga en superficies más extensas, comprometer el mayor número de hospederos existentes e intensificar el muestreo de frutos, para determinar la presencia real de hospederos y especies de moscas nativas y probables exóticas de la fruta.

Adelantar estudios similares en regiones productoras de fruta de climas medio y cálido para obtener el diagnóstico fitosanitario del departamento en cuanto a presencia de Moscas de la fruta de la familia Tephritidae, definir las áreas libres y de baja prevalencia para esta plaga, de tal manera que se puedan adelantar programas de producción y comercialización de frutas de buena calidad.

Proponer a entidades del sector agropecuario el aprovechamiento de estos resultados, para iniciar o continuar con programas de acompañamiento al productor caucano en el manejo integrado de moscas de la fruta, contemplado dentro del esquema de aplicación de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) para estos cultivos.

BIBLIOGRAFÍA

- ANGULO, C. 2003. El cultivo de la granadilla. Bayer, Crop Science S.A. Bogotá. p. 5 - 29.
- BARRAGÁN, E. 2001. El cultivo de la mora. Bogotá. 123p.
- BERMÚDEZ, C. 2006. Fluctuación de la población de la mosca de las frutas *Anastrepha spp.* (DIPTERA: Tephritidae), En: cultivos de guayaba (*Psidium guajava* L) del departamento del valle del cauca. CORPOICA Palmira. 23p.
- BEJARANO, A. 2001. Frutales de clima frío moderado. Corporación Latinoamericana Misión Rural. CLMR. Bogotá. 2001. 56p.
- Estación experimental "Manuel Mejía". Información climática mensual en la meseta de Popayán. Tambo – Cauca, 2010.
- FRANCO, G. 2002. El cultivo de la mora. Corpoica regional nueve. Manizales, comité departamental de cafeteros de Risaralda. 79p.
- GARCÍA, A. 1996. Manual de detección de las moscas de las frutas. Instituto Colombiano Agropecuario. ICA. 30p.
- GOBERNACIÓN DEL CAUCA, 2003. Mapa político del departamento del Cauca.
- GÓMEZ, M. 2007. Las moscas de la fruta. Boletín de sanidad vegetal - Instituto Colombiano Agropecuario-ICA. 67p.
- GÓMEZ, R. 1996. Las moscas de las frutas. Instituto Colombiano Agropecuario-ICA. Bogotá. 30p.
- . 2003. Manual de detección de moscas de las frutas. Instituto Colombiano Agropecuario. ICA. Bogotá. 22p.
- GONZÁLEZ F. 2006. Algunas moscas de las frutas, exóticas para Colombia. Instituto Colombiano Agropecuario. ICA. 30p.

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO ICA, 2005. Las moscas de la fruta. Boletín Técnico. Grupo Epidemiología Agrícola. Bogotá. 15p.

-----, 2007. Las moscas de la fruta. Boletín Técnico. Grupo Epidemiología Agrícola. Bogotá. 29p.

-----, 2002. Condiciones agroclimáticas de la meseta de Popayán.

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES. IDEAM, 2000. Cartas climatológicas - medias mensuales, aeropuerto Guillermo León Valencia. Popayán.

INSUASTY, O. 2007. Manejo Integrado de Moscas de la Fruta, de la Guayaba (*Anastrepha* spp). Corpoica, E.E. CIMPA, convenio Sena-Colciencias .Barbosa, Santander. 25p.

MALCA, O. 2001. El cultivo de granadilla. Universidad del Pacífico. Lima- Perú. 26p.

PATIÑO, M. 2002. Caracterización de moscas de las frutas en los departamentos del Valle del Cauca, Tolima, y Quindío. Universidad de Manizales. 29p.

SECRETARÍA TÉCNICA CADENA PRODUCTIVA FRUTÍCOLA, 2006. Manual técnico del cultivo de granadilla en el departamento del Huila. Primera edición, Neiva.

Sistema de Información de Precios del Sector Agropecuario - SIPSA, 2008.

TORRES, D. 2006. Guía para el Manejo Integrado de las Moscas de la Fruta, en el cultivo de Mango. República Dominicana. 23p.

ANEXO B. ANÁLISIS DESCRIPTIVO DEL NÚMERO DE MOSCAS ENCONTRADAS EN TRES MUNICIPIOS DE LA MESETA DE POPAYÁN (POPAYÁN, TOTORÓ Y SOTARÁ), EN CULTIVOS DE MORA Y GRANADILLA

Mes	# De moscas recolectadas en Mora	# De moscas recolectadas en Granadilla
Febrero	1	0
Marzo	7	6
Abril	0	0
Mayo	0	0
Junio	0	0
Julio	2	5
Agosto	1	7
Total	11	18
Promedio	1.57	2.57
Varianza	6.28	10.61
Desviación estándar	2.50	3.25
Coeficiente de variación %	159	126

ANEXO C. CORRELACIONES SIMPLES

1. Relación de la temperatura, con el número de moscas encontradas en tres municipios de la meseta de Popayán (Popayán, Totoró y Sotaró), en cultivos de mora y granadilla

Mes	# moscas recolectadas en Mora	# moscas recolectadas en Granadilla	T °C media
Febrero	1	0	19.8
Marzo	7	6	19.8
Abril	0	0	19.3
Mayo	0	0	19.3
Junio	0	0	18.6
Julio	2	5	19.3
Agosto	1	7	19.5
Total	11	18	19.37
Correlación	57%	65%	

2. Relación de la altura, con el número de moscas encontradas en tres municipios de la meseta de Popayán (Popayán, Totoró y Sotaró), en cultivos de mora y granadilla

# Fincas	# moscas recolectadas	Altura msnm
1. Loma Alta	0	1900
2. El Divizo	4	1990
3. El chirimoyo	1	2008
4. El Divizo	0	2010
5. El Molino	0	2102
6. El Naranjo	9	2130
7. San Pedro	6	2154
8. El Refugio	9	2200
Total	29	16493
Correlación	58.27 %	

**ANEXO D. INFORMACIÓN CLIMÁTICA MENSUAL DE LA MESETA DE POPAYÁN,
2009**

**FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA
CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFÉ
“Pedro Uribe Mejía”
CENICAFÉ**

DISCIPLINA DE AGROCLIMATOLOGÍA

INFORMACIÓN CLIMÁTICA MENSUAL 2009

Estación	Mes	TEMPERATURA °C			H. Rel. %	B. Sol Horas	Prec. mm
		Máx	Mín	Med			
La Trinidad	E	23,4	15,3	18,4	83	85,3	302,2
La Trinidad	F	24,1	15,1	18,6	79	107,4	186,0
La Trinidad	M	23,8	15,6	18,9	81	96,8	375,1
La Trinidad	A	24,3	15,4	19,2	80	120,2	177,3
La Trinidad	M	24,5	14,8	18,8	78	137,8	142,0
La Trinidad	J	23,7	14,9	19,0	80	110,1	68,7
La Trinidad	JL	25,6	14,7	20,3	65	184,5	19,4
La Trinidad	A	26,3	15,0	20,1	69	149,9	53,9
La Trinidad	S	27,1	15,0	21,0	65	205,5	87,0
La Trinidad	O	25,5	15,1	19,8	74	160,6	164,9
La Trinidad	N	24,5	15,5	19,2	80	142,9	192,5
La Trinidad	D	24,7	15,5	19,4	80	144,2	221,4
Manuel Mejía	E	22,7	15,4	18,1	88	110,4	245,1
Manuel Mejía	F	23,2	15,3	18,4	88	124,9	244,6
Manuel Mejía	M	23,8	15,5	18,7	86	139,2	295,5
Manuel Mejía	A	24,4	15,4	19,1	85	148,0	129,9
Manuel Mejía	M	24,9	14,7	19,1	82	157,2	85,2
Manuel Mejía	J	24,6	14,5	18,9	82	98,5	81,8
Manuel Mejía	JL	25,6	13,8	19,4	74	185,6	31,1
Manuel Mejía	A	26,1	14,2	19,5	74	151,2	64,8
Manuel Mejía	S	27,1	13,5	20,3	67	189,1	34,9
Manuel Mejía	O	26,3	14,3	19,5	77	157,9	168,6
Manuel Mejía	N	24,7	15,2	18,9	85	153,4	244,1
Manuel Mejía	D	24,5	15,5	18,7	86	165,9	289,8