

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

Los cítricos están entre los frutales más importantes a nivel mundial. Su cultivo y consumo se realiza por igual en los cinco continentes, siendo explotados en forma comercial en todos los países donde las condiciones del clima son óptimas para su desarrollo. Lamentablemente estos frutos son susceptibles de ser atacados por la mosca de la fruta; lo que se busca es tratar de controlar y reducir los daños causados por esta plaga, para esto requiere el compromiso, apoyo y participación de instituciones públicas, privadas, así como de organizaciones involucradas del sector agro productivo, que permita afrontar de manera conjunta esta problemática fitosanitaria.

La mosca de la fruta es en la actualidad una de las plagas más importantes que existen por el daño económico que causa, no solo en los cítricos, ya que comienza a producir daños sobre las frutas de verano, para después, cuando los cítricos comienzan a cambiar de color continuar reproduciéndose sobre ellos.

La superficie hortofrutícola bajo trapeo a nivel nacional alcanza las 18.687,5 ha. involucrando a 898 familias productoras de 589 comunidades ubicadas en 6 departamentos, abarcando las cuatro zonas agro ecológicas (Altiplano, Valles, Trópico y Chaco) de Bolivia. A nivel nacional se capturaron 131.577 especímenes de moscas de la fruta de importancia económica, la mayor cantidad de especies corresponde a *Ceratitis capitata* con 73.447 especímenes y *Anastrepha fraterculus* con 27.502 especímenes distribuidos en las diferentes zonas de trapeo del país. A nivel nacional se ha identificado 23 géneros y 24 especies de moscas de la fruta de importancia económica.

Se tienen identificadas diferentes especies y géneros de moscas de la fruta presentes en el departamento de Tarija, de las cuales la especie de mayor distribución es *ceratitis capitata* con un 60%, seguido de *anastrepha fraterculus* con un 33% y un porcentaje que corresponde a especies y géneros de menor importancia económica.

Lo que se busca solucionar con este trabajo es reducir el daño de la mosca de la fruta en el cultivo de cítricos implementando trampas con atrayentes sumamente efectivos.

1.2.- OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo General

- Determinar cuál de los atrayentes orgánicos es el más efectivo para el control de la mosca de la fruta utilizando dos tipos de trampas, Casera y Mc Phail.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Identificar las especies de moscas de la fruta capturadas durante el trabajo de investigación.
- Evaluar la eficiencia de cada uno de los atrayentes orgánicos.
- Evaluar la eficiencia de cada una de las trampas utilizadas.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2. MARCO TEÓRICO

2.1 ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

Es originaria de la costa occidental de África, donde viven especies muy próximas, desde donde se ha extendido a otras zonas templadas, subtropicales y tropicales de los dos hemisferios. Es considerada como especie cosmopolita, por su dispersión debido al transporte de productos realizado por el hombre. A pesar de su origen, se le llama también mosca mediterránea de la fruta, ya que en los países mediterráneos es donde su incidencia económica se ha hecho más patente, afectando a numerosos cultivos, sobre todo cítricos y frutales de hueso y de pepita. (Infoagro, 2009)

Las especies se originaron en la región mediterránea de Europa y África norte y no se conocen para ser establecido en el país de E.E.U.U se ha descubierto Florida y California, sobre todo en los recientes años, y cada infestación requirió desarraigo intensivo y macizo y procedimientos de descubrimiento para que la peste no se estableciera. La mosca de la fruta se establece en el hemisferio occidental en Argentina, Bermudas, Brasil, Costa rica, Hawai, y Uruguay. Ocurre en Australia occidental, en muchos países en Europa y África, y en los países asiáticos en el área mediterránea, como Israel, Jordania, Líbano y Turquía (Ronald et al 2007)

Anastrepha fraterculus es originaria de América del Sur y se la encuentra solamente en el continente americano desde el Sur de Estados Unidos hasta Argentina. Se distribuye en regiones con clima tropical y subtropical. En Sudamérica, ocurre en dos bandas aparentemente no conectadas, una a lo largo de la costa del océano Pacífico y otra a lo largo de la costa del océano Atlántico. En la primera se la puede encontrar en zonas bajas, así como también a más de 2.000 m. de altura (Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela). En Argentina está presente principalmente en regiones húmedas del NOA y del noreste de Argentina (NEA). Si bien su distribución es más limitada que la de *C. capitata*, debido a restricciones

climáticas, también es posible encontrarla en ciertos valles irrigados de zonas con clima más templado. (Eeaoc, 2007)

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 los principales. La mosca causa daños físicos directos en la pulpa de las frutas, producidos por las larvas y daños secundarios causados por la entrada de microorganismos patógenos, además de implicaciones indirectas tales como las medidas cuarentenarias y los tratamientos de postcosecha. (Encolombia, 2018)

La *Anastrepha fraterculus* se encuentra en los países tropicales y sub tropicales de la América Central y del Sur: México, Puerto Rico, Cuba, Colombia, Venezuela, Ecuador, Las Guayanas, Brasil, Uruguay, Paraguay, Bolivia, Perú (en los valles del departamento de Lima, de Ica y en los valles de la Costa en Tacna). Moquegua, departamento del sur, ha sido declarado “Zona libre de la mosca de la fruta”); Argentina (en la zona noroeste, en las provincias de Buenos Aires, Mendoza, Córdoba, Tucumán, donde la llaman “gusano de la fruta, gusano de la naranja del durazno”, en Salta y Jujuy); y en Azapa Chile. (Dora Voloski, 2010)

Las especies del complejo *Anastrepha fraterculus* son nativas y más comunes en América del Sur (Argentina, Brasil, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela), pero también se pueden encontrar en América Central (Guatemala, Panamá) y América del Norte (México y los Estados Unidos). (UNIVERSIDAD DE FLORIDA 2017)

2.1.1 Población de la mosca de la fruta en Bolivia

La mosca de la fruta es un organismo de fácil adaptación a diferentes tipos de climas, el interés y especial cuidado con esta plaga, en la mayor parte de los países importadores de frutos frescos, donde se constituye en la plaga de mayor importancia a nivel mundial, al causar daños en frutas y hortalizas (Zavaleta 2007).

La mayor población registrada a nivel nacional corresponde a la especie de *Ceratitis capitata* (mosca del mediterráneo) con una población total de 73.447 especímenes, registrándose un pico poblacional en el mes de octubre con 9.711 especímenes. En cambio, dentro del género *Anastrepha*, la especie *fraterculus*, es la que registra mayor población con un pico máximo en el mes de marzo con 6.233 especímenes; a nivel nacional se ha identificado 23 géneros y 24 especies de moscas de la fruta de importancia económica. (SENASAG 2017).

Los reportes de moscas de la fruta en Bolivia son antiguos, por lo que existen serias dudas respecto a la identificación taxonómica, siendo necesario ratificar o actualizar en algunos casos estos datos, dado a que los países importadores reaccionan con gran celeridad ante la información generada en torno al tema de moscas de la fruta. Así, una identificación incorrecta puede generar reportes con grandes repercusiones que pueden llegar a la restricción de mercados (PROMOSCA 2008).

2.1.2 Daños causados por la mosca de la fruta

La fruta infestada muestra pequeñas perforaciones como señales de oviposición, pero estos u otros síntomas de daño son difíciles de detectar en los estados tempranos de la infestación; el daño ocurre dentro de la fruta antes de que se observen síntomas externos como pudriciones. El ataque a la fruta es realizado por la hembra adulta; perfora la cáscara del fruto para ovipositar; el síntoma de infestación difiere en diversos frutos; la toronja infestada muestra, con frecuencia, un color dorado más oscuro antes de alcanzar su maduración; al emerger del fruto se puede observar a la larva moviéndose lentamente para caer al suelo

mientras la fruta infestada permanece en el árbol; en la variedad Marsh de toronja, la larva daña la parte central interna del fruto y se mueve hacia afuera destruyendo la mayor parte de la pulpa. (SEDER 2014)

Los primeros daños que producen a la fruta son debidos a las picadas que efectúa la hembra para depositar los huevos. La picada produce, de entrada, una vía de infección de hongos que favorecen el deterioro del fruto. El segundo síntoma lo producen las larvas que se alimentan de la carne del fruto y destruyen la pulpa por completo. Estos daños pueden pasar desapercibidos durante la cosecha y la misma manipulación, lo que puede producir pérdidas durante la comercialización. (PROBODELT 2017)

La diversidad de pisos ecológicos que cuenta el país por su variada topografía son factores que permiten la producción de una gran variedad de especies frutales y hortalizas, las cuales pueden ser afectadas por el ataque de plagas, como las moscas de la fruta, las que ocasionan daños directos en el fruto, causado por las larvas al alimentarse de la pulpa lo que generan un deterioro en la calidad del fruto, esto limita la producción y como consecuencia hay un incremento en los costos de producción, a su vez, existe un efecto indirecto por las restricciones cuarentenarias que los países importadores aplican para evitar el ingreso de la plaga a su territorio. (SENASAG 2017)

Los daños directos se deben al efecto de la picadura de puesta de la hembra sobre el fruto, que es una vía de entrada de hongos y bacterias que descomponen la pulpa; y a las galerías generadas por las larvas durante su alimentación. Además, todo lo señalado produce una maduración precoz y caída del fruto en conjunto, más que depreciación, pérdida total del fruto atacado. Como se ha indicado, la disponibilidad de planta hospedante y su coincidencia con unas condiciones climáticas óptimas son factores determinantes para las fluctuaciones de la plaga y, dadas las características de estos factores, determinan su presencia continua y elevada y su consideración de plaga clave en los cítricos. (CESVVER 2018).

El daño directo de las moscas de las frutas es causado por las larvas que al alimentarse de la parte comestible hacen que la fruta sea inaceptable para el consumo directo o para su uso agroindustrial; los daños indirectos causan pérdidas económicas y cuarentenarias por su posibilidad de atacar productos destinados a exportación. Los daños indirectos causan desestímulo al incremento de áreas de cultivo, costos de adicionales por los tratamientos cuarentenarios de pre y post cosecha en los cuales se debe incurrir para prevenir la entrada a países o áreas en donde la plaga no está presente (Núñez 2004)

2.1.3 Importancia económica

La mosca del mediterráneo, *C. capitata*, originaria del Noreste de África es una de las plagas de mayor importancia económica del mundo, por varias razones: por sus efectos en la productividad de las plantas hospederas, que pueden ir de 10 a 75% de reducción en los rendimientos, por las restricciones cuarentenarias que imponen mercados mundiales como América del Norte y Asia Pacífico, por la existencia de una gran variedad y número de hospederos de la plaga en más de 200 frutas distintas, por el impacto en los precios y por sus externalidades negativas (salud pública, aplicación de plaguicidas y sociales).

La mosca de la fruta es la plaga más importante de la fruticultura a nivel mundial; causa pérdidas económicas a las cosechas, incrementa el costo de producción y retrasa el desarrollo de la industria frutícola, al restringir los mercados de exportación. Infesta a cítricos, mango, guayaba, ciruela y otras especies de frutas de clima templado y tropical. Las moscas de la fruta causan graves daños a la producción de frutas de pericarpio blando de climas tropical, subtropical y templado que se desarrollan del nivel del mar hasta más de 1800 metros, destacan por su importancia económica los cítricos dulces como la naranja, la toronja y la mandarina, el mango, la guayaba, el grupo de las sapotáceos como el mamey, los zapotes, chicozapote, etc. (Domínguez 1976)

Las moscas de la fruta en el género (*Anastrepha* spp) son nativas del Neotrópico con más de 200 especies descritas, que incluyen plagas de importancia económica de diversos cultivos

frutícolas de América Latina, y son consideradas plagas cuarentenarias para muchos países del hemisferio norte. (SCIELO 2018)

El daño directo lo causa al ovipositar en los frutos; las larvas se alimentan de la pulpa, provocan la caída, y la contaminación del fruto por patógenos; pérdidas del 10 al 25% pueden ocurrir en la producción de mango, guayaba y cítricos. El mango y la naranja ocupan la mayor parte de la superficie de frutales en México y su producción en conjunto alcanza un valor de 7, 862,232. Además de los daños directos de pérdidas en rendimiento e incremento de costos de control, se añaden los daños indirectos que incluyen a la restricción en la comercialización nacional y de exportación y a la construcción y mantenimiento de instalaciones para el tratamiento de frutas y de programas de erradicación. La infestación por moscas de la fruta es uno de los críticos problemas cuarentenarios en el mercado internacional de frutas; cuando los países importadores requieren tratamientos sanitarios postcosecha los productores exportadores deben aplicar un tratamiento aprobado, para eliminar a la plaga. (SEDER 2014)

En América Latina alrededor de unas 20 especies de moscas fruteas causan pérdidas calculadas en unos US\$35, 000,000 al año. Se estima que los países del grupo andino afectados por la existencia de moscas de la fruta sufren pérdidas que sobrepasan el 30% del valor de su producción frutícola (Marín, 2002).

2.2 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Mosca de la fruta

Reino:	Animalia
Filo:	Arthropoda
Clase:	Insecta
Orden:	Diptera
Suborden:	Brachycera
Familia:	Tephritidae (Infoagro 2009)

2.2.1.- CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES.

- Se alimenta de cualquier planta y también su fruta.
- Se adapta a cualquier tipo de clima.
- Se le conoce también como la mosca de la Fruta
- Tiene mayor incidencia en los lugares donde hay cultivos o plantaciones de frutas.
- Actualmente se encuentra en noventa países de todo el mundo.
- En cada región donde está la mosca del mediterráneo se adaptan y prefieren una fruta en especial.
- Es una de las plagas con mayor importancia económica de nuestra tierra, acaba con todo.
- El rango donde hospedan sus larvas es amplia y se estima que está por encima de las doscientas sesenta especies, entre las frutas, las flores, etc.
- Prefieren una fruta que sea de cáscara fina para poder introducirse con mayor facilidad.
- Las moscas en su etapa adultez son visibles.
- Son negras con manchas de color plateado y una parte amarilla con muchas líneas oscuras y sus alas son traslucidas con marrón y gris.

2.3.- LA MOSCA DEL MEDITERRANEO (*ceratitis capitata*)

Ceratitis capitata (Wiedemann, 1824) es un díptero perteneciente a la familia Tephritidae. Es originaria de la costa occidental de África, donde viven especies muy próximas, desde donde se ha extendido a otras zonas templadas, subtropicales y tropicales de los dos hemisferios. Es considerada como especie cosmopolita, por su dispersión debido al transporte de productos realizado por el hombre. A pesar de su origen, se le llama también mosca mediterránea de la fruta, ya que en los países mediterráneos es donde su incidencia económica se ha hecho más patente, afectando a numerosos cultivos, sobre todo cítricos y frutales de hueso y de pepita. En España se distribuye por toda la zona sur y regiones mediterráneas, alcanzando condiciones óptimas en las regiones situadas más hacia el interior.

Es un insecto muy polífago que ataca a todo tipo de frutas. Las larvas viven en el interior de los frutos y prefieren los de pulpa dulce y carnosa como el melocotón, pero también causa daños a higos, albaricoques, naranjas, mandarinas, caquis, uvas, peras, granadas, mangos, chirimoyas, papayas, nísperos, ciruelas, membrillos, etc. Esta mosca, originaria de la costa occidental de África, se ha extendido por la mayoría de zonas cálidas de alrededor del mundo. En Catalunya está presente a lo largo de todo el litoral y zonas frutícolas del interior. En el resto de la península se extiende por gran parte del territorio, especialmente en la comunidad Valenciana, Murcia y Andalucía. A finales de primavera se inicia la emergencia de los adultos. A los pocos días, la hembra puede iniciar la puesta. Depositán los huevos por debajo de la epidermis de los frutos; se da la particularidad que los que ya están picados, no son visitados por otras hembras. El periodo de puesta es muy variable dependiendo de la zona, entre 30 y 60 días. (PROBODELT 2017)

La mosca de la fruta o del Mediterráneo, es un insecto holometábolo (se refiere al proceso en el cual un insecto pasa en su desarrollo por una metamorfosis completa de cuatro estados: huevo, larva, pupa y adulto) originario de África. La actividad de *Ceratitis capitata* aumenta en primavera llegando a máximos de actividad en verano, pudiendo permanecer inactivas las pupas durante el invierno si las condiciones climatológicas no le son favorables. El ciclo tarda en completarse de 21 a 30 días en condiciones óptimas. Dependiendo de las condiciones climáticas concretas de cada zona y cada año, *Ceratitis capitata* puede llegar a tener hasta 7 u 8 generaciones anuales. (SYNGENTA 2018).

La mosca adulta es un poco más pequeña que la mosca casera, posee dos bandas blancas en el suborden que amarillento, posee áreas negras en el tórax y bandas negras, amarillas y brunas sobre las alas, las que en reposo se mantienen caídas. Las hembras se diferencian del macho por tener un ovíscapo prominente (SENASA, 2008).

2.3.1.- DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA (*ceratitis capitata*)

- **Huevo**

Es blanco, alargado y ligeramente curvado, que amarillea poco después de su puesta. Su tamaño medio es de 1mm x 0.2 mm. La superficie, lisa a simple vista, presenta una micro-retícula de malla hexagonal.

- **Larva**

Es pequeña, blanquecina, ápoda y con la parte anterior situada en el extremo agudo del cuerpo, mientras la parte posterior es más ancha y más truncada. Después de efectuar dos mudas, alcanza su completo desarrollo presentando un color blanco o amarillo con manchas crema, anaranjadas o rojizas, debido a la presencia de alimentos en su interior. Su tamaño es de 9 mm x 2 mm. La vida larvaria se prolonga durante 6-11 días en condiciones favorables.

- **Pupa**

Concluida la última muda, la cubierta protectora adopta forma de barril con la superficie lisa y de color marrón. Cuando el adulto emerge (entre 6-15 días), el pupario se abre transversalmente a modo de casquete, por uno de los extremos. (Infoagro 2018)

- **Adulto**

Su tamaño es algo menor que la mosca doméstica (4-5 mm de longitud) y vivamente coloreada (amarillo, blanco y negro). Su tórax es gris con manchas negras y largos pelos. El abdomen presenta franjas amarillas y grises. Las patas son amarillentas. Las alas son irisadas, con varias manchas grisáceas, amarillas y negras. Los machos se distinguen fácilmente de

las hembras por presentar en la frente una larga seta que termina en una paleta romboide de color negro, carácter que no se encuentra en el resto de las especies de tefrítidos de importancia agrícola. La hembra posee un abdomen en forma cónica terminando en un fuerte oviscapto en el que se insertan abundantes sedas sensoriales amarillas y negras. (INFOAGRO 2018)



2.3.2.- CICLO BIOLÓGICO

La mosca de la fruta es un díptero de la familia Tephritidae. El adulto es más pequeño que la mosca doméstica, con alas transparentes adornadas con unos dibujos muy vistosos. La hembra, con el abdomen acabado en forma cónica, tiene un largo oviscapto que utiliza para penetrar la piel del fruto y depositar los huevos en el interior.

Los huevos son alargados y lisos. La larva es ápoda y blanca. La cabeza se distingue por la presencia de dos pequeños puntos negros que son los ojos. La crisálida es marrón oscuro, de unos 5 mm de longitud.

Esta mosca, originaria de la costa occidental de África, se ha extendido por la mayoría de zonas cálidas de alrededor del mundo. En Catalunya está presente a lo largo de todo el litoral y zonas frutícolas del interior. En el resto de la península se extiende por gran parte del territorio, especialmente en la comunidad Valenciana, Murcia y Andalucía.

A finales de primavera se inicia la emergencia de los adultos. A los pocos días, la hembra puede iniciar la puesta. Depositán los huevos por debajo de la epidermis de los frutos; se da la particularidad que los que ya están picados, no son visitados por otras hembras. El periodo de puesta es muy variable dependiendo de la zona, entre 30 y 60 días.

La larva completa su desarrollo en el interior del fruto en una semana, de donde saltará a tierra para crisálida en 10 días dará lugar a un adulto nuevo. El ciclo biológico se puede completar en 20 días. El número de generaciones anuales varía mucho en función de las condiciones climatológicas y de la disponibilidad de alimento. (PROBODELT 2018)

2.4.- LA MOSCA SUDAMERICANA (*anastrepha fraterculus*)

Los adultos miden 5 - 11 mm de largo, son de color café amarillento y presentan en el tórax una franja delgada y clara, más ancha en la parte posterior, y dos franjas claras a los lados. Las alas son transparentes con bandas o franjas pálidas amarillentas en forma de s y v dirigidas hacia atrás; al igual que otras especies de *Anastrepha*, las alas presentan como característica, la vena media terminada con una pequeña curvatura hacia la punta del ala. Presenta una importante variación morfológica entre poblaciones. La hembra prefiere colocar sus huevos en frutos carnosos y blandos. Las larvas son ápodas y miden de 10 a 15 mm cuando están bien desarrolladas. Son de color blanco cremoso, su forma es ensanchada en la parte posterior y se adelgaza gradualmente hacia la cabeza. La hembra ovipone en fruta pintona (prefiere frutos carnosos y blandos) donde se alimentará la larva, luego ésta sale, se entierra y forma la pupa de la que emerge la mosca. El ciclo de vida de esta especie dura aproximadamente 50 días, dependiendo de las condiciones climáticas. (SINAVIMO2017) Según SENASA (servicio nacional de sanidad agropecuaria, 2008) las moscas de tamaño medio y de color café amarillo tienen las siguientes partes:

- **Cabeza.** - cabeza con las genas y el vértice amarillos totalmente; carina facial moderadamente desarrollada y sin ninguna protuberancia media; cedas oculares probedentemente desarrolladas y apenas visibles, frente con dos partes de sedas orbitales presentes; longitud antenal moderada.
- **Tórax.** - macro sedas del tórax castaño negruzcas o totalmente negras; con una franja delgada clara que se va ensanchando hacia la parte posterior y dos franjas más a los lados que van de la sutura transversa hasta poco antes de llegar al escutelo. con una mancha oscura en la parte media de la sutura escuto-escutelar; a veces difusa. Pleura y metanoto café amarillo y los lados con una franja café oscuro o negro.
- **Abdomen.** - El adulto es un poco más grande que la mosca doméstica, la hembra, con el abdomen acabado en forma cónica, tiene un largo oviscapto que utiliza para penetrar la piel del fruto y depositar los huevos en el interior.
- **Alas.** - Con bandas de color café amarillento pálido; bandas costal y S tocándose en la vena R4+5 o ligeramente separadas; mancha hialina en el ápice de R1 siempre presente; banda en V separada de la banda en S o ligeramente conectadas, el brazo distal de la banda V completo o algunas veces separado del brazo proximal en porción superior; curvatura de la vena M. (OIEA,2005).

2.4.1 DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA (*anastrepha fraterculus*)

- **Huevo**

En general, los huevos de *Anastrepha fraterculus* son de color blanco cremoso, alargados, con un promedio de 1,35 mm a 1,42 mm, tienen un micrópilo visible (abertura para la entrada de esperma) y una extensión coriónica corta en el ápice del huevo, y están redondeados en la parte del final de huevo. Los huevos de diferentes morfotipos dentro del complejo de *Anastrepha fraterculus* pueden diferir con respecto a la longitud, la posición del micropilo, la estructura de la papila, el patrón de escultura del corión, el tamaño y el número de aeropelos

(canales respiratorios). Las hembras depositan huevos en la fruta a través de ovipositores esclerotizados. Los huevos eclosionan en larvas dentro de dos días.

- **Larva**

Para que las larvas de *Anastrepha fraterculus* alcancen la madurez, deben mudar tres veces. Por lo general, el primer instar ocurre de 1 a 3 días de edad, el segundo instar de 4 a 6 días de edad, el tercer instar de 7 a 12 días de edad. La longitud corporal promedio del tercer estadio varía de 8,77 mm a 10,02 mm a través de los morfotipos. Se pueden usar varios rasgos larvales para identificar los diferentes morfotipos dentro del complejo *Anastrepha fraterculus*. Las larvas son blancas, alargadas, sin patas afiladas por la parte anterior y truncadas por la parte posterior; en su mayor desarrollo alcanzan una longitud de 7 a 8 mm (DOMINGUEZ, 1976).

- **Pupa**

La etapa pupal es inerte, pero extremadamente importante debido al nivel intensivo de diferenciación celular. Las pupas del complejo *Anastrepha fraterculus* son cilíndricas y pardas, oscureciéndose cuando el insecto está completamente desarrollado, pero aún dentro de las pupas como un adulto farato. En la naturaleza, las pupas suelen encontrarse enterradas en el suelo. Pupas eclosionan en adultos dentro de dos a tres semanas de la mandíbula. La pupa tiene la forma de un barrilito de superficie lisa, redondeado, con las bases truncadas, de color achocolatado (DOMINGUEZ, 1976).

- **Adulto**

Los adultos en el complejo de *fraterculus* de *Anastrepha* son coloridos, generalmente de color marrón amarillento, que van de 12 a 14 mm. Aunque son muy variables, los aspectos de las alas, los genitales (particularmente los genitales femeninos) y el tórax (mesonoto)

constituyen caracteres importantes para identificar las especies dentro del complejo (Hernández-Ortiz et al. 2004, 2012, 2015).

Los adultos de *Anastrepha fraterculus* pueden distinguirse de otras especies del género por la forma del ovipositor (hembras) y el patrón del ala. No hay dimorfismo sexual, excepto en los caracteres sexuales y el tamaño porque las hembras suelen ser más grandes que los machos. Por ejemplo, una de las características exclusivas de las hembras es el ovipositor que puede medir 2 mm de largo. (UNIVERSIDAD DE COLOMBIA 2017)



2.4.2.- CICLO BIOLÓGICO

El ciclo de vida de las moscas de la fruta se inicia cuando las hembras adultas ovipositan bajo el pericarpio (cáscara); 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 (gusanos) las mismas que comienzan a alimentarse del fruto.

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.

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 éste 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. (Encolombia, 2018).

La longevidad de la mosca en estado adulto es de uno o dos meses, pero puede llegar hasta diez meses en aéreas templadas y frías o menor a sesenta días en climas calidos; las hembras alcanzan su madurez sexual entre los cuatro y los cinco días, iniciando su ovispostura entre los siete y los nueve días después de la emergencia a temperaturas que oscilan entre los 24 °C y 27°C, las hembras sexualmente maduras expiden un fuerte olor muy peculiar que atrae al macho a la cópula, hábito que ha sido aprovechado para la elaboración y uso de atrayentes sexuales. Los machos bajo las mismas condiciones, maduran sexualmente a los tres o cuatro días y como características de este estado se destaca el movimiento de las alas y el arqueado del último segmento abdominal, prolongando el aparato sexual hacia arriba y secretando generalmente una gota cristalina, ligeramente ámbar, la cópula se efectúa a los dos días siguientes, prefiriendo para el acto posarse en el envés de las hojas; en los días nublados o lluviosos las cópulas decrecen. (Villegas, 2001)

2.5.- HÁBITAT

Las condiciones climáticas mediterráneas de humedad y temperatura crean un hábitat idóneo para el desarrollo, multiplicación y pervivencia del insecto prácticamente durante todo el año, lo que hace más complejo y difícil su control. Las primeras generaciones de mosca, tras el invierno, ponen huevos en variedades tardías de cítricos, como valencia late.

El nivel óptimo de desarrollo para *ceratitis capitata* son las altas temperaturas entre 16 y 32 °C y H.R entre 75% y 85%, no siendo posible su evolución a temperaturas inferiores a 10°C, o superiores a 35 °C. En las condiciones climáticas españolas, la duración de una generación es de 18 – 29 días para temperaturas de 25-32°C y de 29-50°C. En climas mediterráneos, las hembras adultas de primera generación pueden aparecer en invierno atacando naranjas y mandarinas, buscando los frutos situados en las ramas más soladas (Agusti, 2000).

2.6.- TEMPERATURA

Las condiciones óptimas para *ceratitis capitata* son las altas temperaturas, elevado porcentaje de humedad relativa, inviernos templados y veranos húmedos y calurosos. Un desarrollo normal de la mosca de mediterráneo requiere temperaturas superiores a 10° C e inferiores de 33°C, las óptimas son de 23° C a 27° C; las cuales aceleran su ciclo biológico. La oviposición no se efectúa a temperatura inferior de 13° C, mientras que la madurez sexual es óptima a los 27° C; la mosca permanece inactiva durante la noche y en periodos de lluvias moderadas o fuertes; sus movimientos de orientación en respuesta a la fructificación o maduración de hospederas favoritas es ampliamente conocida, así como su búsqueda de sustancias alimenticias azucaradas, proteínas y vitaminas

2.7.- HUMEDAD

Los requerimientos de humedad de la mosca de la fruta (*ceratitis capitata*) son distintos según su etapa de desarrollo, los estudios relacionados con el huevecillo indican que el grado crítico adverso de humedad oscila entre 68% y 75% y óptimo de eclosión es el punto de saturación, las larvas y las pupas se desarrollan normalmente en ambientes de humedad relativa que oscila entre 70% y 80% influyendo también en la maduración de cada uno de los estadios de etapas de desarrollo.

Los adultos abundan en la estación lluviosa; sin embargo, los aguaceros fuertes golpean, arrastran y matan a los adultos al igual que los vientos fuertes en sitios abiertos. La

fecundidad disminuye en la estación seca, también afectan el peso de los adultos que emergen del suelo, son los más afectados por la sequedad ambiental. Sin embargo, las humedades relativas muy altas (95-100%) decrecen la tasa de oviposición.

2.8.- LUZ

La luz actúa más sobre la fecundidad y menos sobre el desarrollo y mortalidad de las moscas. Tiene un efecto considerable sobre las hembras y la sincronización para el apareamiento. Algunas especies son más activas bajo luz brillante y otras bajo luz débil.

2.9 ATRAYENTES ORGÁNICOS

- **Jugo de pomelo**

Según las pruebas en el laboratorio de 15 atrayentes de jugo de frutas, determinaron que la mosca prefiere los azúcares presentes en los jugos, los cuales son estimulantes del hábito de alimentación; además son consumidos por ambos sexos, las moscas no son atraídas por proteínas y estimulantes olfatorios conocidos para otros tephritidae.

- **Orines fermentados**

Es un fertilizante foliar rico en nitrógeno que resulta de la fermentación de la orina tanto de animales como de humanos, es usado como fertilizante y también puede ser usado como un atrayente orgánico para el control de la mosca de la fruta.

- **Vinagre**

Como atrayentes se emplean numerosos productos como la cerveza, vinagre al 25%, fosfato di amónico, proteínas hidrolizadas y trimedlure. Las proteínas hidrolizadas son extractos de

diferentes productos básicamente vegetales como maíz y caña de azúcar. Estas proteínas al descomponerse desprenden amonio como componente volátil más importante.

- **Proteína bórax (testigo)**

El atrayente es un cebo alimenticio constituido por una solución acuosa de proteína hidrolizada de diversa procedencia que contiene aminoácidos libres. Se encuentra disponible en una formulación de pastilla (*pellet*) de color marrón, de 3.5 gr. cada una, con un 2% de bórax, lo que facilita mucho su manejo en el cebado y recebado, ya que se agregan directamente a la trampa mc phail limpia, en una cantidad de cuatro pellet de levadura de bórax PBX junto con 200 c/c de agua. (PROMOSCA; 2006)

Es un producto atóxico, pero debe mantenerse fuera del alcance de los niños y personas inexpertas. En caso de contacto lavar la superficie expuesta con abundante agua. Se recomienda su conservación en un lugar fresco y seco. (SENASA, 2008)

2.10.- TRAMPAS

La trampa es una estructura física con características que le permiten atraer y capturar algún organismo específico. Para el caso de las Moscas de la Fruta consiste en la combinación de un atrayente, un cuerpo y un método de retención. El atrayente se refiere a un producto natural o sintético que origina la acumulación de los insectos al ser inducidos a desplazarse hacia su origen, el cuerpo de la trampa es la estructura física y generalmente es el que sostiene el atrayente. (PROMOSCA, 2009)

El método de la retención se encarga de la captura de los adultos, su naturaleza determina una clasificación de trampas, de esta manera si la retención es un medio líquido, la trampa es húmeda, por ejemplo, la proteína hidrolizada líquida diluida en agua retiene los insectos capturados, con alguna sustancia que rompa la tensión superficial y provoque que los insectos se sumerjan en el líquido y mueran ahogados (bórax). En otros casos, si se utilizan atrayentes

en cápsulas o mechas de algodón, la retención es en trampa seca, la cual puede ser de tipo pegajoso, donde un pegamento retiene los insectos. (ICA, 2011)

Las trampas son dispositivos que atraen a los insectos para capturarlos o destruirlos. Comúnmente se utilizan para detectar la presencia de insectos o para determinar su ocurrencia estacional y su abundancia, con miras a orientar formas de control. Ocasionalmente, las trampas pueden utilizarse como método directo de destrucción de insectos. El uso de trampas tiene las ventajas de no dejar residuos tóxicos, de operar continuamente, de no ser afectado por las condiciones agronómicas del cultivo y, en muchos casos, de tener un bajo costo de operación. Una limitación en el uso de las trampas es que éstas actúan solamente contra los adultos y no contra las larvas que son las formas en que muchos insectos causan los daños. (SCIELO 2018)

2.10.1 TRAMPA CASERA

Para realizar una trampa casera se necesita una botella plástica de gaseosa o agua, se la hacen dos a cuatro huecos a cada lado 1.5 cm de diámetro, lo puede realizar con una varilla caliente; luego con un alambre se hace un gancho en el cuello de la botella, de manera que se puedan colgar en los árboles. No olvidar que las botellas siempre deben tener tapa. (SEDAG 2018)

2.10.2.- TRAMPA MC PHAIL

McPhail-Trap es una trampa mosquero y se compone de una base de embudo invertido y una especie de campana transparente en la parte superior. Las trampas se usan en combinación con difusores de feromonas. Los insectos entran en la trampa a través de un agujero que hay en la base del embudo invertido en respuesta a la feromona que cuelga en la parte de arriba de la campana. Una vez que están dentro de la trampa, los insectos quedan atrapados por la feromona y por la luz que entra a través de la tapa transparente. Cuando se agotan caen en la solución de agua jabonosa contenida en la base del embudo invertido donde se ahogan. (BIOBEST GROUP NV 2010)

Las moscas de las frutas se aparean en las copas de los árboles por protección a predadores y el viento, por tal motivo las trampas deben estar ubicadas cerca de los frutos en el tercio medio superior del árbol, dejar lo menos posible expuestas al sol y evitar que la entrada de la trampa se encuentre obstruida por ramas o cualquier otro elemento. Es un recipiente de vidrio o plástico, invaginado en la base, que tiene como principio la atracción alimenticia que ejerce la mezcla sobre moscas de la fruta de cualquier especie. En la revisión de la trampa se verifica que quede perfectamente tapada, para evitar contaminación por polvo o filtración de agua. Se recomienda preparar y utilizar la mezcla el mismo día. La trampa se lava cuidadosamente con detergente e hipoclorito, con la ayuda de un cepillo lava frascos y se repite el proceso de recebado con la mezcla del atrayente alimenticio indicada anteriormente. (ICA, 2011).

2.11 Índice MTD

Para el cálculo de la densidad de poblaciones de moscas de la fruta en campo, se utiliza el índice técnico de moscas trampa día -MTD. El MTD (mosca/trampa*día) para cada especie de moscas de las frutas es la unidad reconocida en trabajos de fluctuación del número de adultos en un área y tiempo determinados. Este índice permite:

- Evaluar la abundancia de adultos de cada especie en un lugar determinado, para establecer una curva de fluctuación poblacional de moscas de la fruta en un sitio determinado.
- Determinar la época de aplicación de medidas de control.
- Monitorear el efecto de las mismas

2.12 Servicios

Se denomina servicio al cambio o recebado de trampas en el lapso de 15 días, esto se realiza para mantener la eficiencia de las trampas y atrayentes.

Eficiencia. - Es la capacidad para lograr un fin empleando los mejores medios posibles.

Efectividad. – Cuantificación del logro o de la meta, o capacidad de lograr el efecto que se desea.

Prevalencia. - Según SENASAG (2006) los índices de prevalencia se clasifican en:

Categoría fitosanitaria	Nivel poblacional de captura
	MOSCA/TRAMPA *DÍA
Alta prevalencia	$\geq 0,01$
Baja prevalencia	$\leq 0,01$
Nula prevalencia	0,0

CAPÍTULO III
MATERIALES Y MÉTODOS

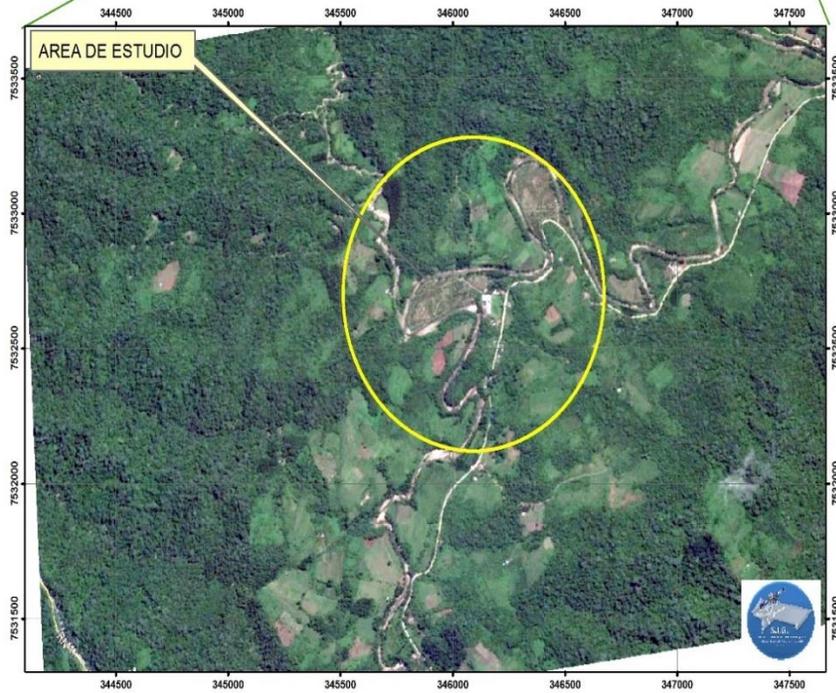
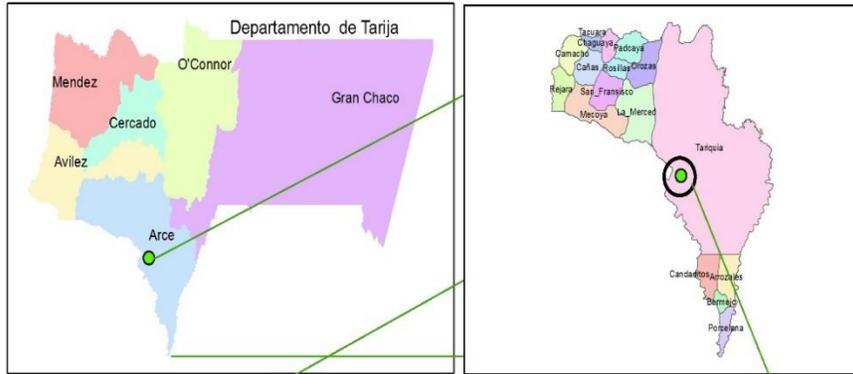
3.- MATERIALES Y METODOS

3.1 UBICACIÓN

El estudio del trabajo dirigido se realizó en la comunidad de “Naranjo Agrio” ubicada al sur de la provincia Arce en el municipio de Padcaya que se encuentra a 170 km de distancia de la ciudad de Tarija; limita al este con la comunidad de Salado Norte, al oeste con la comunidad de Isla Grande y Emborozú, al norte con la comunidad del Badén y la sur con la comunidad de El Limal. Se encuentra a una altura de 893 m.s.n.m.; geográficamente se encuentra localizada entre los paralelos 22° 17' 40,84” de latitud sur y los meridianos 64° 31' 04,49” de longitud oeste.

El trabajo de campo se lo ejecutó en la propiedad de la señora Gloria Sibila que se encuentra aproximadamente a unos 500 m de la escuelita de “Naranjo Agrio”

MAPA DE UBICACION



3.2 CARACTERÍSTICAS CLIMATOLÓGICAS

Es una zona donde predomina el clima cálido semihúmedo que comprende toda el área del distrito 9 de El Badén, municipio de Padcaya. Las temperaturas máxima media anual es de 26.7 C° y la temperatura mínima media anual es de 13.6 C°

3.3 MATERIALES

Materiales de escritorio

- Libreta de campo
- Bolígrafo
- Cámara fotográfica
- Flash memory
- Equipo de escritorio (computadora)
- Calculadora

Materiales de campo

- Botellas desechables de plástico de 2 litros
- Trampas Mc Phail
- Varilla para la instalación de las trampas
- Alambre
- Alicata
- Frascos de plástico para la recepción de muestras
- Cámara fotográfica
- Atrayentes (jugo de pomelo, orines fermentados, vinagre y pastillas de bórax)
- Pinzas
- Colador
- Etiquetas

Materiales de laboratorio

- pipetas
- alcohol al 70%
- microscopio MOTIC (trinocular)
- agua destilada
- pinzas entomológicas
- agujas histológicas
- tubos de ensayo
- guantes de látex
- barbijos
- mandil

3.4.- METODOLOGÍA CUANTITATIVA

La metodología de investigación que se utilizó en el presente trabajo es un estudio experimental, descriptivo y explicativo; la tabulación de datos referida a tipo de atrayente orgánico y tipo de trampa utilizada tomando en cuenta el análisis comparativo que generan los resultados que determinan el atrayente más eficaz para el control de la mosca de la fruta.

3.4.1.- Descripción de la zona de estudio

La economía de los habitantes de la comunidad de Naranjo Agrio se basa en el cultivo de cítricos, como ser naranja, mandarina, limón, pomelo, lima y tanjarina en sus diferentes variedades y épocas. También se dedican a la apicultura, el cultivo de papa, arveja y maíz, pero en menor porcentaje, también es una zona ganadera.

La comunidad de Naranjo Agrio cuenta con una población actual de 49 familias y 184 habitantes según el censo realizado el 2018 al inicio de la gestión escolar.

3.4.2.- Coordinación con el SEDAG

El presente trabajo de investigación se realizó juntamente con el Servicio Departamental Agropecuario (SEDAG), que después de una reunión con los encargados del área agrícola se llegó a un acuerdo para el inicio del trabajo de campo, se programó un cronograma de actividades el cual se inició en el mes de agosto y culminó en el mes de noviembre del presente.

3.4.3.- Coordinación con el encargado del laboratorio del SEDAG

Se coordinó con la encargada del laboratorio de fitopatología y entomología del (SEDAG) para el uso del mismo y realizar el conteo e identificación de las muestras recogidas de campo cada 15 días. El conteo e identificación de las muestras se realizaron con la supervisión y ayuda de la Ing. Fabiola Rodríguez

3.4.4.- Elaboración de las trampas caseras

Se recolectaron botellas de plástico de 2 litros de gaseosa y agua, con un pedazo de metal con el diámetro de un lápiz se procedió a hacer 4 orificios a cada lado de la botella, se cortaron pedazos de alambre de amarre para hacer ganchos y colocar en el cuello de la botella para poder colgarlas en los árboles, cada botella contó con su respectiva tapa.

3.4.5.- Preparación de trampas Mc Phail

En el presente trabajo se utilizaron trampas Mc Phail nuevas, dotadas por el Servicio Departamental Agropecuario (SEDAG).

3.4.6.- Preparación de atrayentes

Los atrayentes fueron preparados con anticipación para cada recebado, los orines fermentados se los preparo 3 días antes para que estos se fermenten y estén listos para el día de recebado, el jugo de pomelo y el vinagre se los preparó un día antes de la colocación de las trampas.

3.4.7.- Implementación del sistema de trampeo

Se realizó la instalación de las trampas en la parcela que posee un marco de plantación de 4x5, se colocó en cada planta 2 tipos de trampas con el mismo tipo de atrayente. Se colocaron 24 trampas en toda la parcela por cada servicio, tomando en cuenta un radio de 4 plantas de separación por cada 2 trampas.

La implementación de las trampas en la zona de estudio se realizó el 14 de agosto del presente año. La parcela donde se instaló las trampas cuenta con un cultivo de cítricos entre ellos plantas hospedantes de la plaga, como ser naranja, pomelo, mandarina, de modo que se disponía de alternativas correspondientes de soporte. Se instaló un total de 144 trampas durante el trabajo, 72 trampas Caseras y 72 trampas Mc Phail, donde se instalaron 24 trampas por servicio, 3 trampas estuvieron con el atrayente tipo A y trampa Casera (jugo de pomelo); 3 trampas con el atrayente tipo A y trampa Mc Phail (jugo de pomelo); 3 trampas con el atrayente tipo B y trampa Casera (vinagre); 3 trampas con el atrayente tipo B y trampa Mc Phail (vinagre); 3 trampas con el atrayente tipo C y trampa Casera (orines fermentados); 3 trampas con el atrayente tipo C y trampa Mc Phail (orines fermentados); y 6 trampas con el testigo (proteína bórax) 3 en trampas Caseras y 3 en trampas Mc Phail.

3.4.8.- Inspección y revisión de trampas

Esto consiste en el cebado y recebado de trampas puestas en campo, esta actividad se realizó en las fechas de: 14 de agosto, 28 de agosto, 12 de septiembre, 27 de septiembre, 12 de octubre y 27 de octubre; en dichas fechas se realizó el cambio de los atrayentes y renovación de trampas en este caso solo de las trampas caseras, se llevó acabo esta operación ya que los atrayentes tienden a descomponerse o secarse durante el periodo de exposición, perdiendo su efectividad de atracción y/o captura y deteriorando los especímenes capturados.

3.4.9.- Recolección de muestras

La recolección de las muestras de los especímenes capturados fue de cada una de las trampas en fechas; 28 de agosto, 12 de septiembre, 27 de septiembre, 12 de octubre, 27 de octubre y 12 de noviembre, dichas muestras fueron recogidas en frascos de plástico con alcohol al 70% para su conservación e hidratación.

3.5.- Identificación de moscas de la fruta

Las muestras fueron seleccionadas, etiquetadas y trasladadas al laboratorio de fitopatología y entomología del Servicio Departamental Agropecuario (SEDAG) donde se procedió a acomodar todas las muestras para realizar la identificación correspondiente.

Para la identificación y clasificación de los especímenes capturados se utilizó como guía el trabajo de investigación “Taxonomía e Identificación de Moscas de la Fruta de Importancia económica en américa” del autor Vicente Hernández Ortiz en el cual muestra una síntesis de la sistemática, morfología y caracteres para la identificación y clasificación de moscas de la fruta.

3.6 VARIABLES ESTUDIADAS

3.6.1 Número de especímenes capturados por cada atrayente utilizado.

Se realizó el conteo general de todos los especímenes de moscas de la fruta capturados por cada tipo de atrayente utilizado.

Los resultados obtenidos en porcentajes sobre la captura de especímenes de moscas de la fruta por cada tipo de atrayente fueron ordenados, tabulados y analizados mediante la estadística descriptiva de cada variable y fueron obtenidos mediante la siguiente fórmula:

$$PORCENTAJE = \frac{NC}{Nt} \times 100$$

Donde:

%= porcentaje de captura

NC= es el número de casos o frecuencias absolutas

NT= es el número de total de casos

3.6.2 Número de especímenes capturados por cada tipo de trampa.

Se realizó el conteo de moscas de la fruta capturadas por cada tipo de trampa utilizada en el presente trabajo.

Se hizo el conteo general de especímenes capturados con ambas trampas en todo el estudio, se calculó el valor de eficiencia de cada trampa utilizando la fórmula de regla de tres simple.

$$\text{Fórmula: } \% = \frac{MCP}{TM} \times 100 \quad \text{y} \quad \% = \frac{MCC}{TM} \times 100$$

Donde:

%= porcentaje de captura

MCP= moscas capturadas con trampa Mc Phail

MCC= moscas capturadas con trampa Casera

TM= número total de moscas capturadas con ambas trampas

3.7.- Índice de captura MTD (mosca/trampa*día) por atrayente y tipo de trampa

Se utilizó el índice técnico mosca trampa día MTD para el cálculo de la densidad de poblaciones de moscas de la fruta en campo. Su valor se calcula dividiendo el número total de moscas capturadas por el producto obtenido multiplicando el número total de trampas atendidas por el número promedio de días en que las trampas estuvieron expuestas. La fórmula se representa como sigue:

$$MTD = \frac{M}{(T \times D)}$$

Donde:

M= número total de moscas

T= número de trampas atendidas

D= número de días en que las trampas estuvieron expuestas

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

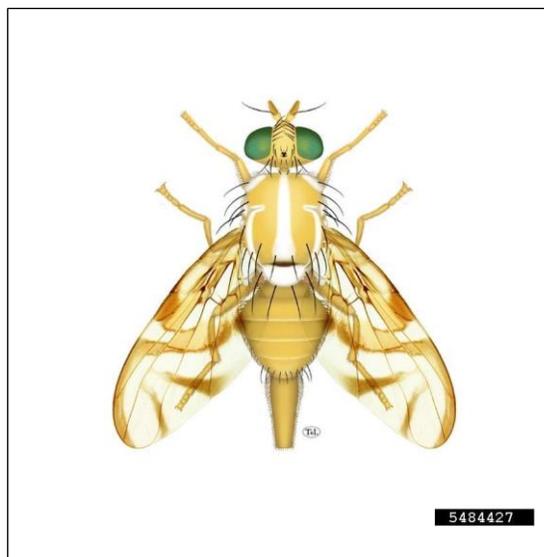
4.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES DE MOSCA DE LA FRUTA

a) Mosca sudamericana de la fruta (*Anastrepha Fraterculus*)

TAXONOMIA

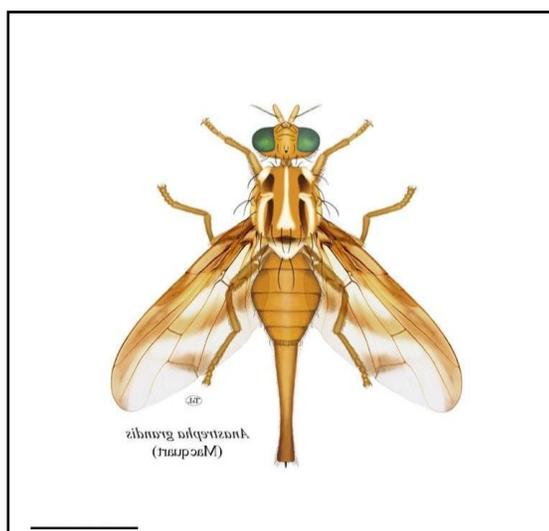
Reino: Animalia
Filo: Arthropoda
Subfilo: Hexápodo
Clase: Insecta
Orden: Díptera
Suborden: Brachycera
Familia: Tephritidae
Subfamilia: Trypetinae
Género: Anastrepha
Especie: *Anastrepha Fraterculus*



b) Mosca sudamericana de la fruta cucurbitáceas (*Anastrepha Grandis*)

TAXONOMÍA

Reino: Animalia
Filo: Arthropoda
Subfilo: Hexápodo
Clase: Insecta
Orden: Díptera
Suborden: Brachycera
Familia: Tephritidae



Subfamilia: Trypetinae

Género: Anastrepha

Especie: Anastrepha Grandis

c) Mosca de la fruta (*Tomoplagia spp*)

TAXONOMÍA

Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Subfilo: Hexápoda

Clase: Insecta

Subclase: Pterygota

Orden: Díptera

Suborden: Brachycera

Superfamilia: Tephritoidea

Familia: Tephritidae

Subfamilia: Tephritinae

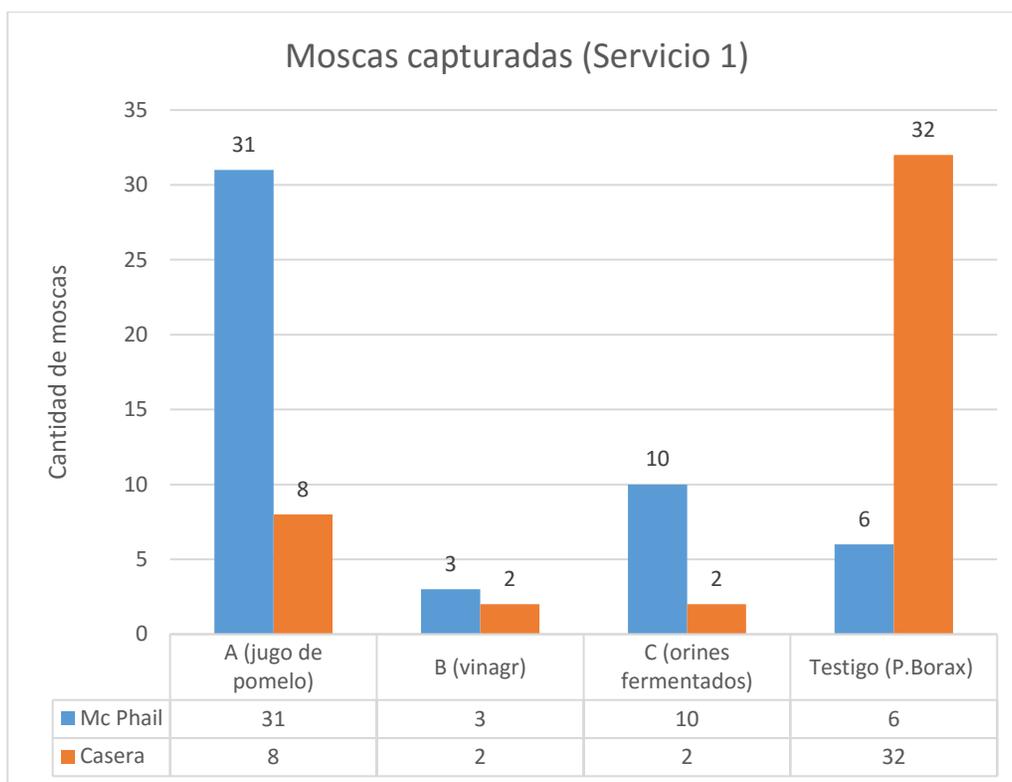
Especie: *Tomoplagia spp*



4.2 EVALUACIÓN DE CAPTURA DE CADA SERVICIO

4.2.1.- Moscas de la fruta capturadas en el servicio 1

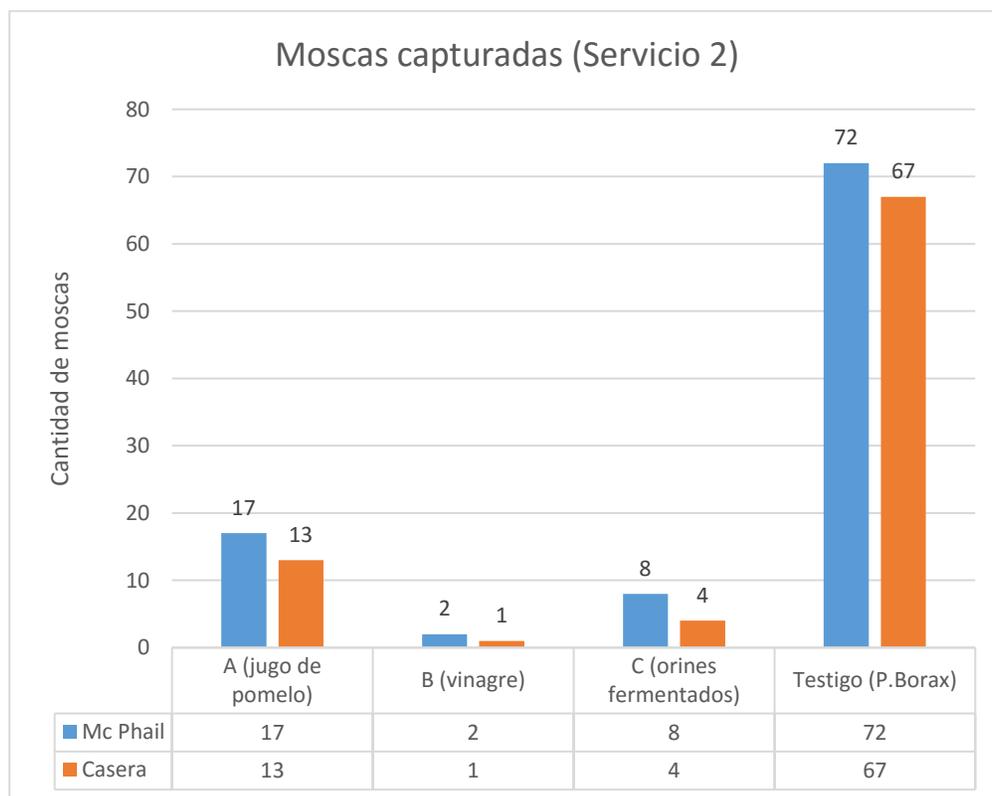
GRÁFICA N° 1 Moscas de la fruta capturadas en el servicio 1



Como se puede observar en la gráfica, el testigo (Proteína bórax) capturó el mayor número de moscas con la trampa Casera siendo un número de 32 moscas de la fruta de la especie *Anastrepha fraterculus*, seguido por el atrayente tipo A (jugo de pomelo) con trampa Mc Phail siendo un número de 31 moscas de la fruta capturadas por dicho atrayente. El menor número de moscas capturadas pertenece a los atrayentes tipo B (vinagr) y tipo C (orines fermentados) con la trampa Casera ambos capturando un número de 2 moscas.

4.2.2 Moscas de la fruta capturadas en el Servicio 2

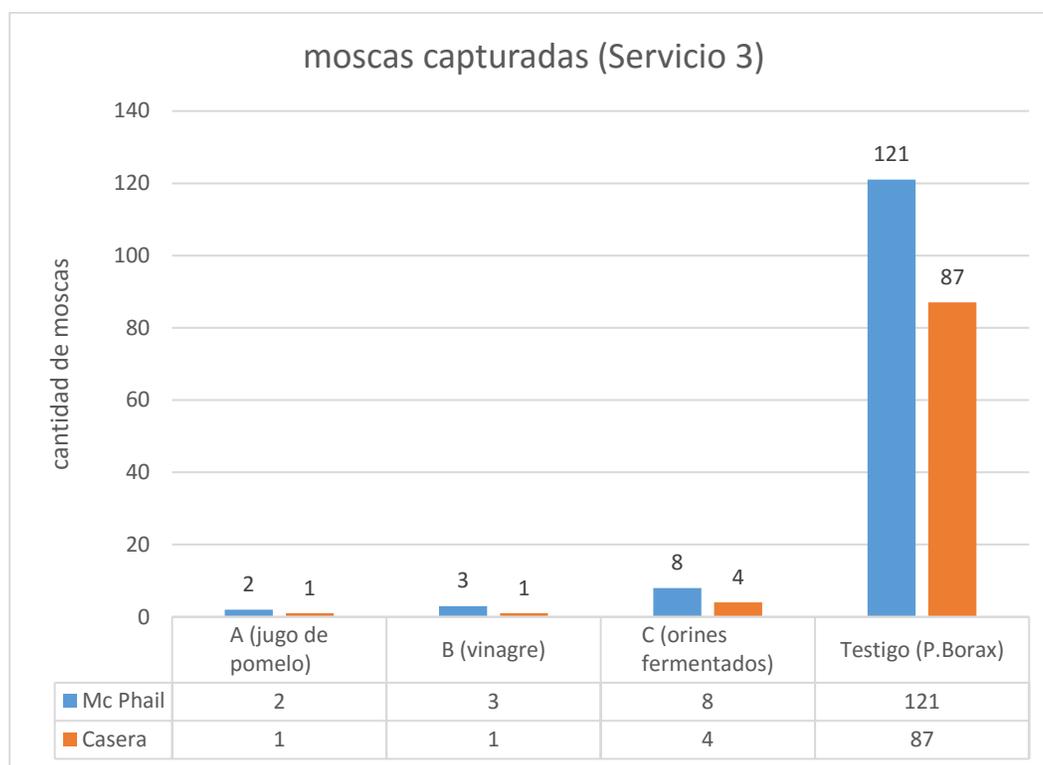
GRÁFICA N°2 Moscas de la fruta capturadas en el Servicio 2



En la presente gráfica se puede observar que el testigo (proteína bórax) capturó el mayor número de moscas *Anastrepha fraterculus* con las dos trampas utilizadas, capturando 72 moscas con la trampa Mc Phail y 67 moscas con la trampa Casera. Por otro lado, el menor número de especímenes de moscas de la fruta capturados le pertenece al atrayente tipo B (vinagre) con un número de 2 moscas con la trampa Mc Phail y 1 mosca con la trampa Casera

4.2.3.- Moscas de la fruta capturadas en el Servicio 3

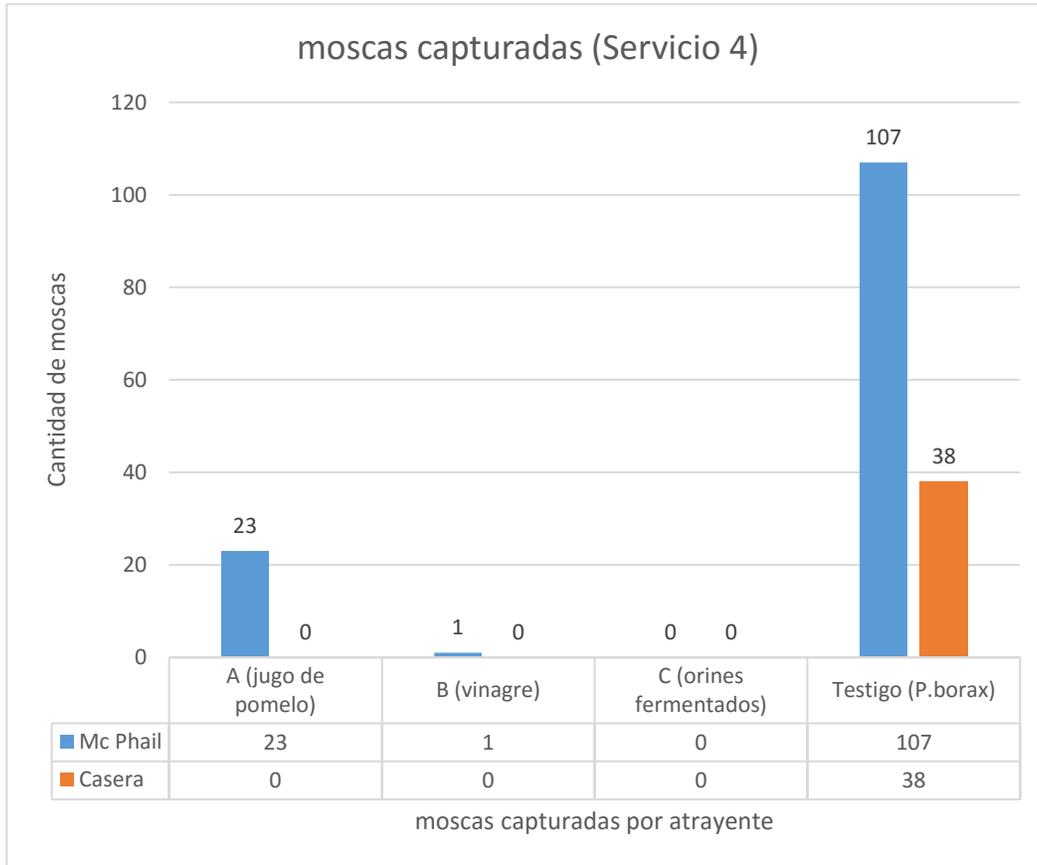
GRÁFICA N° 3 Moscas de la fruta capturadas en el Servicio 3



Se puede observar en la gráfica que el testigo (proteína bórax) presenta el mayor número de moscas *Anastrepha fraterculus* capturadas en ambas trampas con 121 moscas con trampa Mc Phail y 87 con trampa Casera, seguido por el atrayente C (orines fermentados) con 8 moscas *Anastrepha fraterculus* capturadas con trampa Mc Phail y 4 moscas con trampa Casera.

4.2.4.- Moscas de la fruta capturadas en el Servicio 4

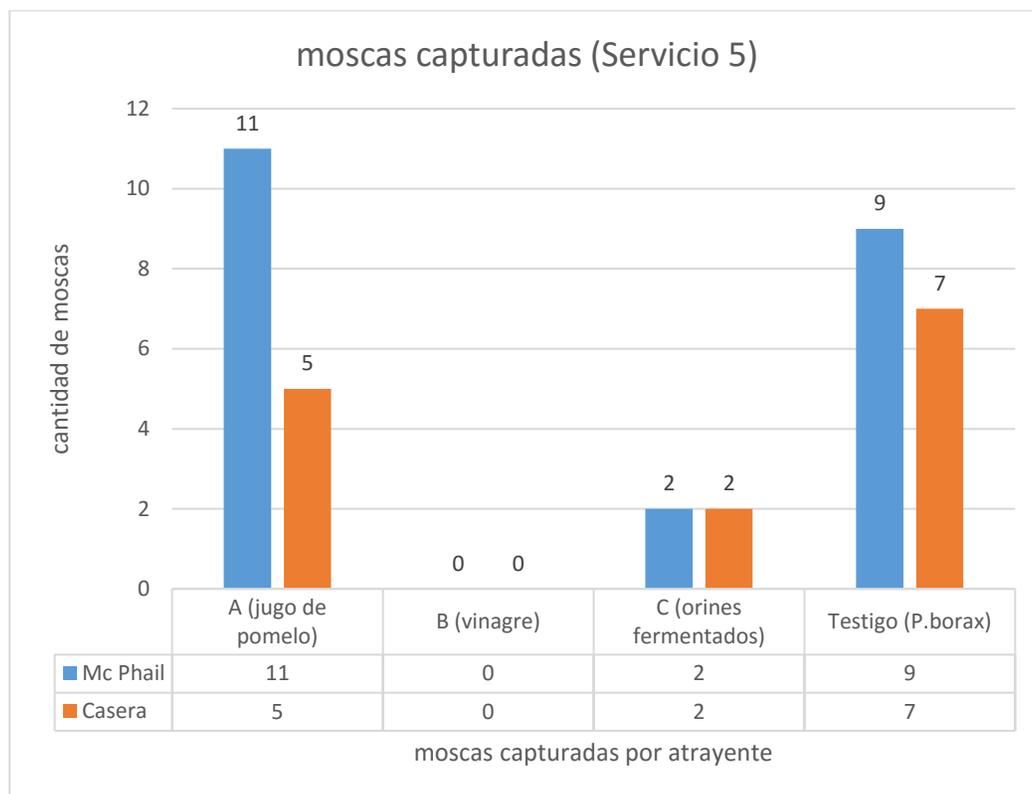
GRÁFICA N° 4 Moscas de la fruta capturadas en el Servicio 4



En la gráfica N° 7 podemos observar que la proteína bórax (testigo) sigue ocupando el primer lugar con más moscas *Anastrepha fraterculus* capturadas en ambas trampas con un número de 107 especímenes capturados con trampa Mc Phail y 38 con trampa Casera. Lo que llama la atención de esta gráfica es que en los 3 atrayentes A, B y C no capturaron ningún espécimen de mosca de la fruta con la trampa casera por lo cual se consideran de nula prevalencia.

4.2.5.- Moscas de la fruta capturadas en el Servicio 5

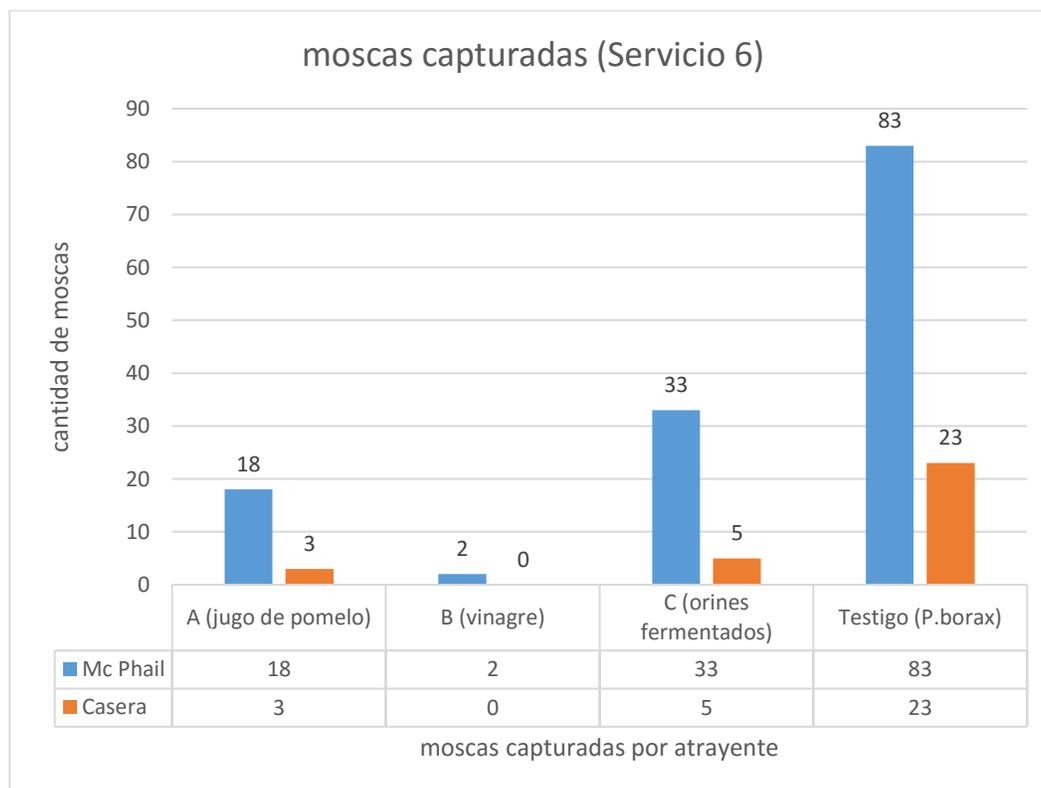
GRÁFICA N° 5 Moscas de la fruta capturadas en el Servicio 5



En la gráfica N°9 se puede observar que el mayor número de moscas capturas le pertenece al Atrayente A (jugo de pomelo) con un número de 11 moscas *Anastrepha fraterculus* capturadas con la trampa Mc Phail seguido por la proteína Bórax (testigo) con 9 especímenes capturados con la trampa Mc Phail. También podemos observar que el atrayente C (orines fermentados) capturó 2 moscas *Anastrepha fraterculus* con cada tipo de trampa.

4.2.6.- Moscas de la fruta capturadas en el Servicio 6

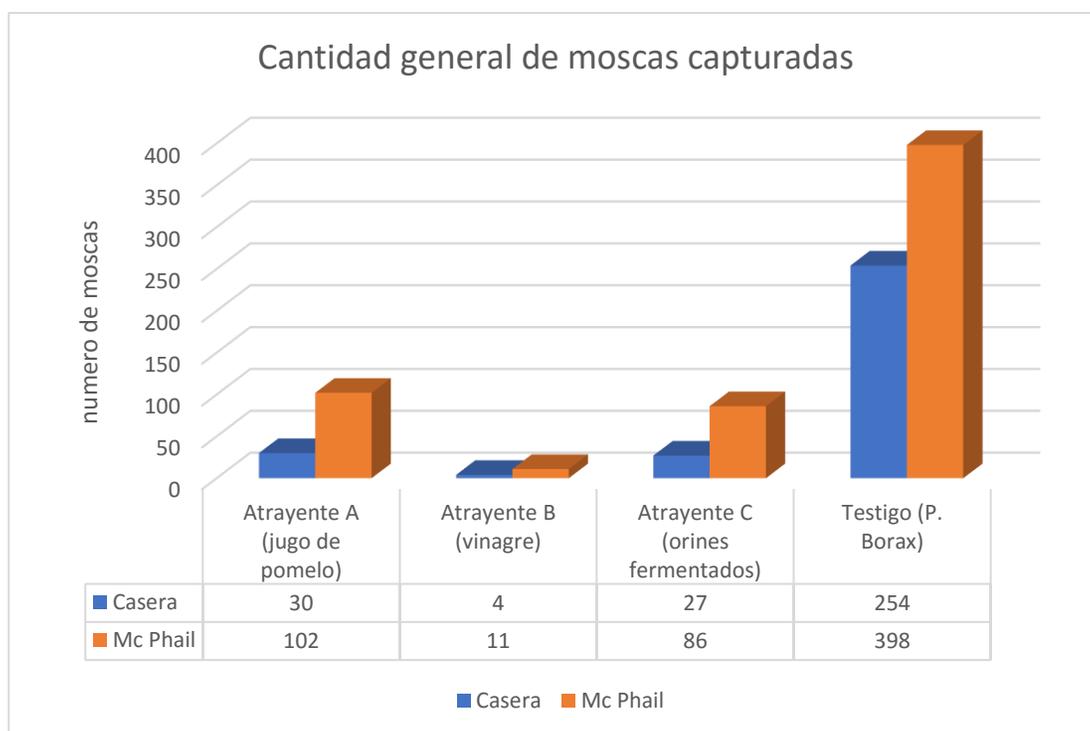
GRÁFICA N° 6 Moscas de la fruta capturadas en el Servicio 6



En este gráfico se observa que la proteína bórax (testigo) presenta la mayor cantidad con 82 moscas de la fruta capturadas con la trampa Mc Phail seguido por el atrayente C (orines fermentados) con un número de 33 especímenes capturados con la misma trampa. Por otro lado, se observa que el atrayente B (vinagre) presenta la menor cantidad con 2 especímenes capturados con la trampa Mc Phail y 0 con la trampa Casera; por lo tanto, se considera nula prevalencia con la trampa Casera.

4.3 EVALUACIÓN GENERAL DE CAPTURA DE MOSCAS

GRÁFICA N° 7 Moscas capturadas durante todo el trabajo

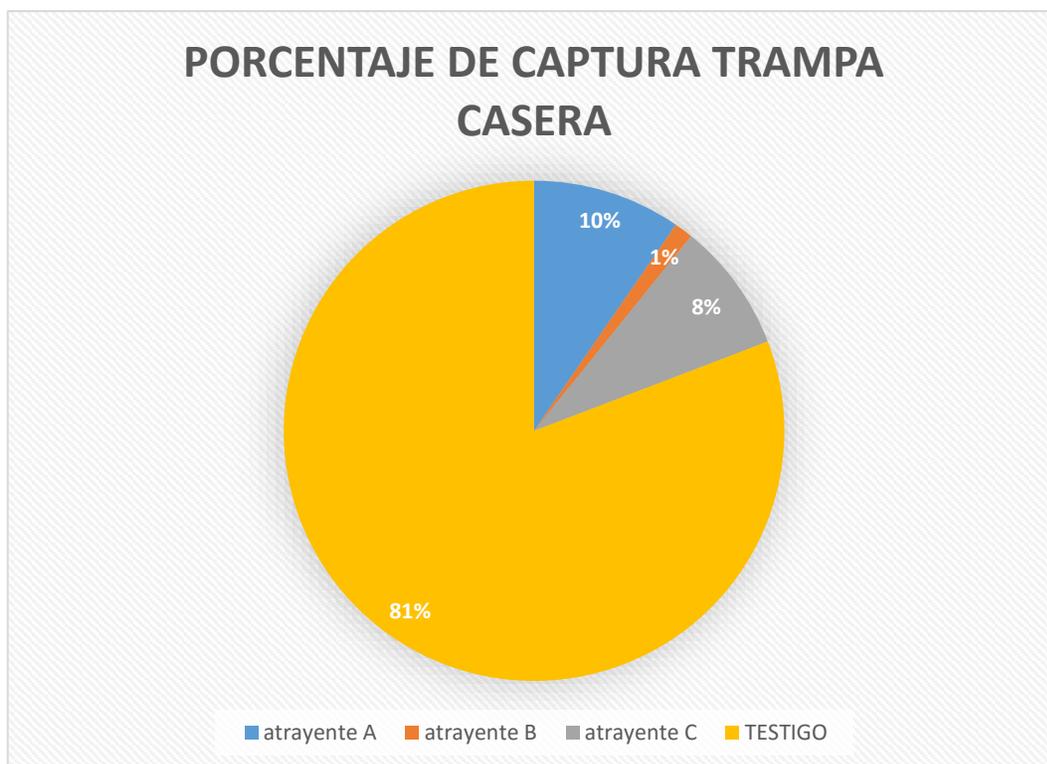


En la gráfica podemos observar que el testigo (proteína bórax) es el atrayente más efectivo utilizando la trampa Mc Phail capturando una cantidad de 398 moscas de la especie *Anastrepha fraterculus*, en segundo lugar, también le pertenece al testigo, (proteína bórax) pero utilizando la trampa Casera con un número de 254 especímenes de la mosca *Anastrepha fraterculus*.

4.4.- PORCENTAJE DE CAPTURA DE LOS 3 TIPOS DE ATRAYENTES ORGÁNICOS MAS EL TESTIGO CON LOS 2 TIPOS DE TRAMPA

4.4.1.- PORCENTAJE DE CAPTURA CON TRAMPA CASERA

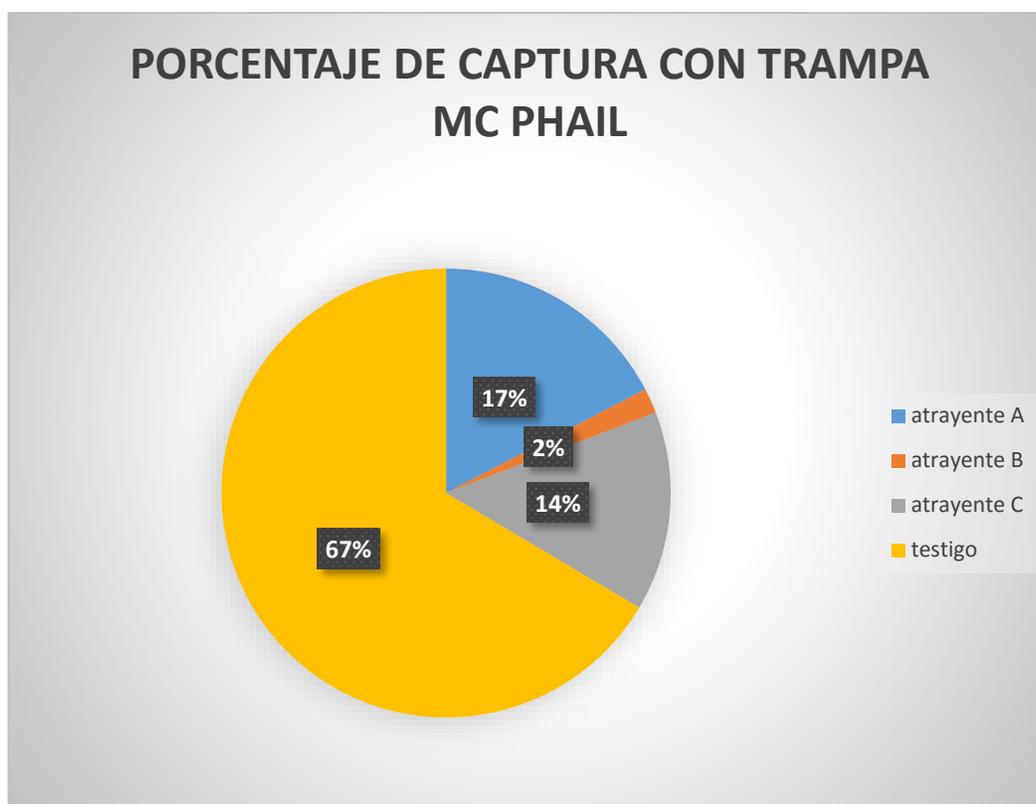
GRÁFICA N°8 Porcentaje de captura con trampa Casera



En la gráfica se observa que el porcentaje más alto de captura es de la proteína bórax (testigo) con un 81% de eficiencia por sobre los demás atrayentes utilizados, seguido por un 10% que presenta el Atrayente A (jugo de pomelo); también se puede observar que el atrayente C (orines fermentados) presenta un porcentaje del 8% de eficiencia y por último se observa que el atrayente B presenta el menor porcentaje de captura con un 1% de eficiencia.

4.4.2.- PORCENTAJE DE CAPTURA DE MOSCAS DE LA FRUTA CON TRAMPA MC PHAIL

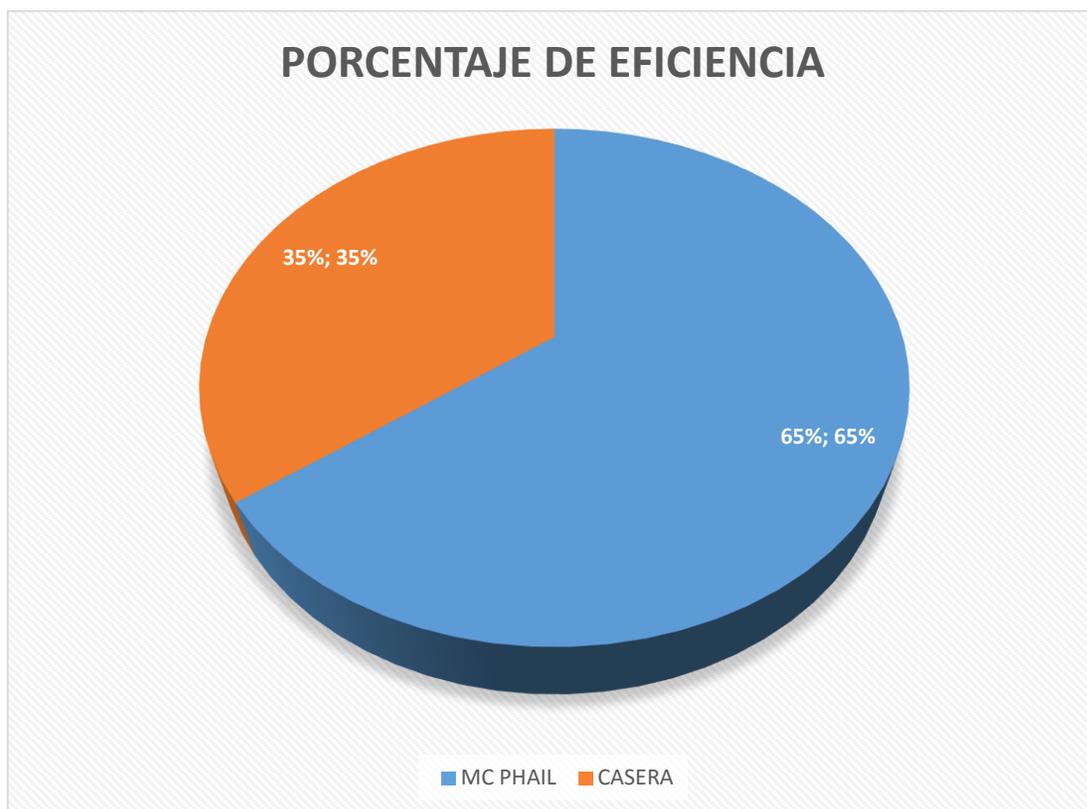
GRÁFICA N°9 Porcentaje de captura con trampa Mc Phail



Como se puede observar en la gráfica, la proteína bórax (testigo) utilizado en el estudio presenta un porcentaje del 67% de captura sobre los atrayentes orgánicos utilizados, seguido por el atrayente A (jugo de pomelo) con un porcentaje del 17% y el atrayente C (orines fermentados) presenta un porcentaje del 14 % de efectividad y por último se observa que el atrayente B (vinagre) presenta el menor porcentaje de 2%.

4.5.- PORCENTAJE DE EFICIENCIA DE LAS DOS TRAMPAS.

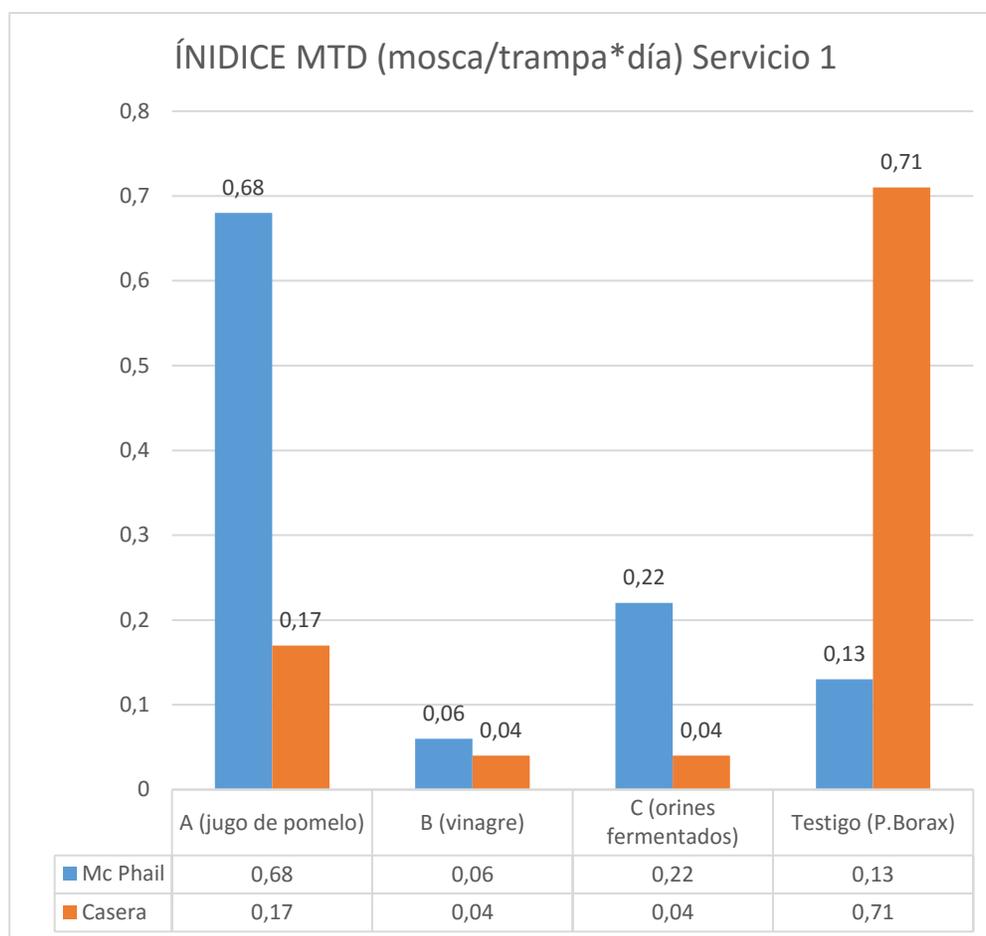
GRÁFICA N°10 EFICIENCIA DE AMBAS TRAMPAS



Se puede observar en esta gráfica que la trampa Mc Phail es más eficiente con un porcentaje del 65 % atrapando un total de 595 moscas de la especie *Anastrepha Fraterculus*; por otro lado la trampa Casera presenta un porcentaje del 35 % capturando 315 moscas.

4.6 MONITOREO DE LA POBLACIÓN DE MOSCAS DE LA FRUTA EN LOS TRATAMIENTOS

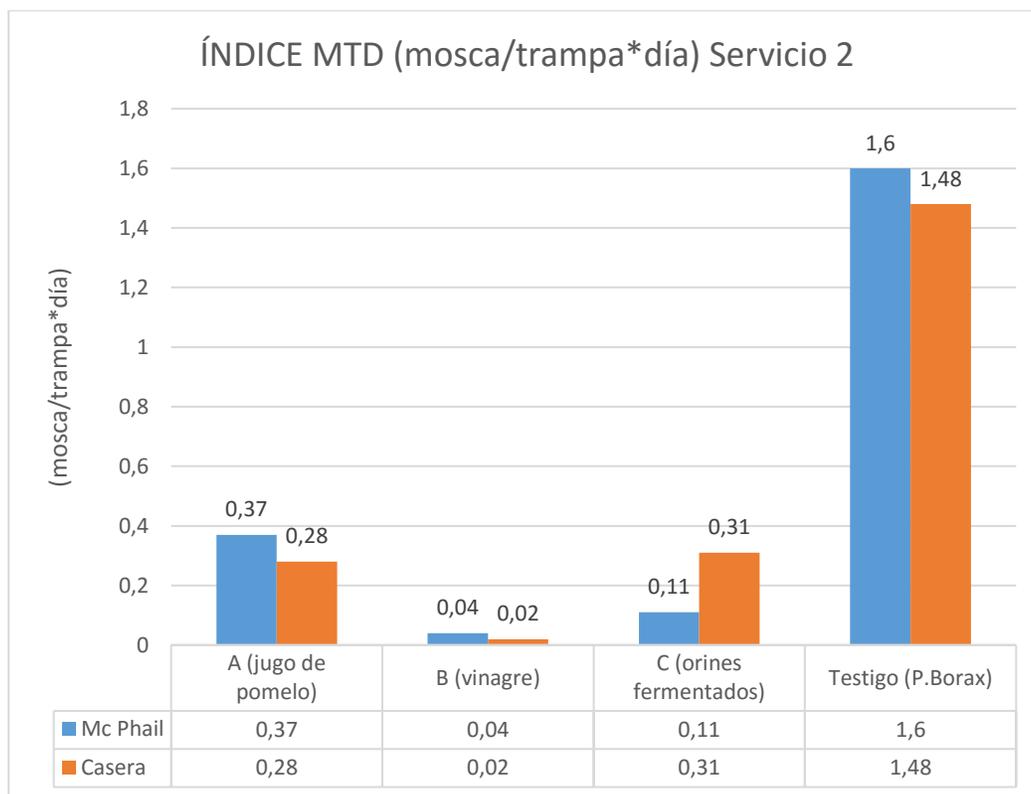
GRÁFICA N°11 Índice MTD registrado en el servicio 1



En la gráfica se observa que el mayor índice MTD se registra con el testigo (proteína bórax) y trampa Casera con un valor de 0,71 y el menor índice MTD registrado con esta trampa le pertenece al atrayente B (vinagre) y atrayente C (orines fermentados) ambos con un valor similar de 0,04. También se puede observar que con la trampa Mc Phail el mayor índice registrado le pertenece al Atrayente tipo A(jugo de pomelo) con un valor de 0,68 y el menor índice registrado es con el atrayente B (vinagre) con un valor de 0,04.

4.6.2 Índice MTD registrado en el servicio 2

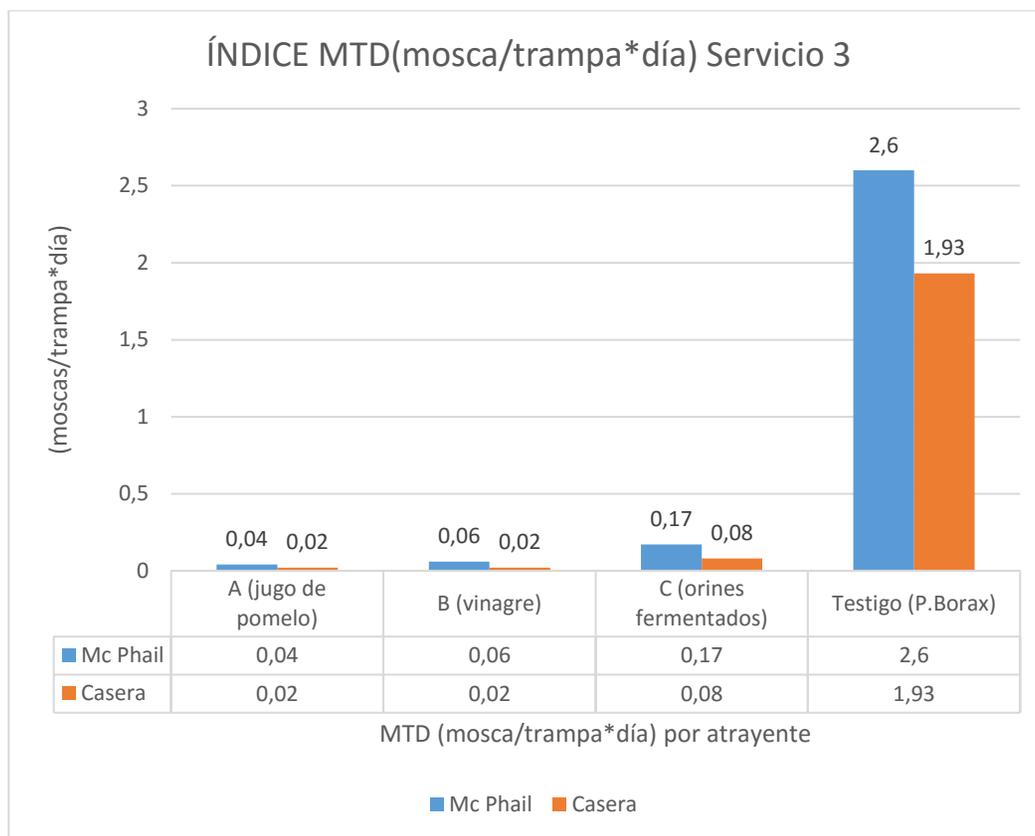
GRÁFICA N° 12 Índice MTD registrado en el servicio 2



En la presente gráfica se observa que el mayor índice MTD registrado en el servicio 2 le pertenece al testigo en los dos tipos de trampa, con un valor de 1,6 en trampa Mc Phail y 1,48 en trampa Casera. También se puede observar que el menor índice MTD se registra con el atrayente B(vinagre) con los 2 tipos de trampa obteniendo un valor de 0,04 con trampa Mc Phail y 0,02 con la trampa Casera.

4.6.3 Índice MTD registrado en el servicio 3

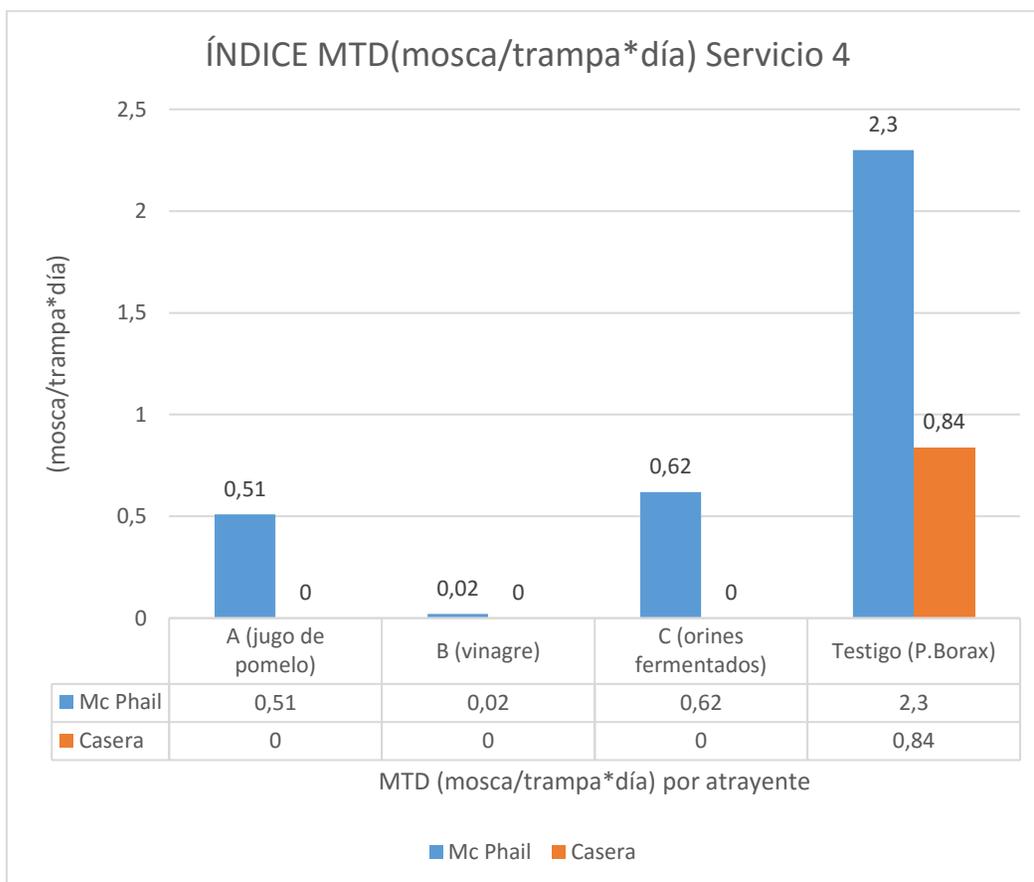
GRÁFICA N° 13 Índice MTD registrado en el servicio 3



En este gráfico se puede observar que el mayor índice MTD se registra con el testigo (proteína bórax) en ambas trampas con un valor de 2,6 en la trampa Mc Phail, y 1,93 con la trampa Casera; también se observa que el menor valor del índice MTD se registra en los atrayentes B (vinagre) y atrayente A(jugo de pomelo) ambos con un valor similar de 0,02 con la trampa Casera.

4.6.4 Índice MTD registrado en el servicio 4

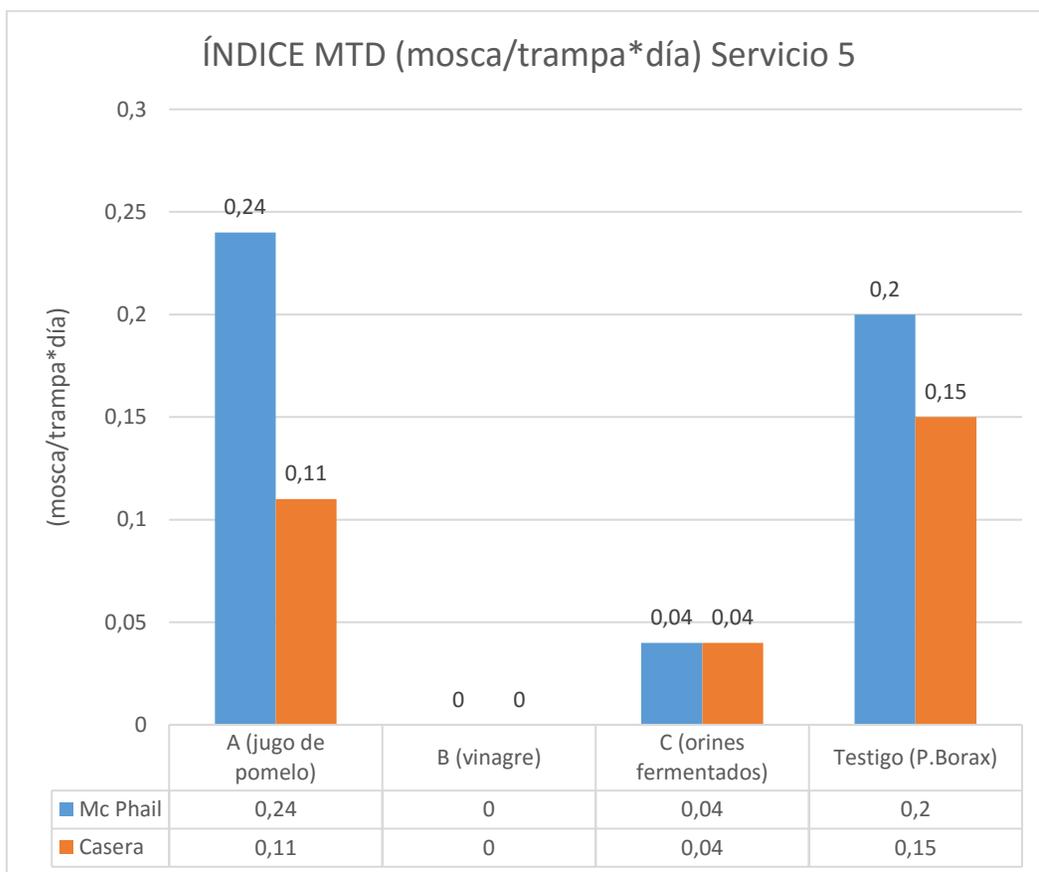
GRÁFICA N° 14 Índice MTD registrado en el servicio 4



En este gráfico se puede observar que el mayor índice MTD registrado es de la proteína bórax (testigo) con la trampa Mc Phail con un valor de 2,3 seguido por el mismo con un valor de 0,82 con la trampa Casera. También se puede observar que en los tres atrayentes A, B y C el valor de MTD es de 0 por lo cual se considera de nula prevalencia.

4.6.5 Índice MTD registrado en el servicio 5

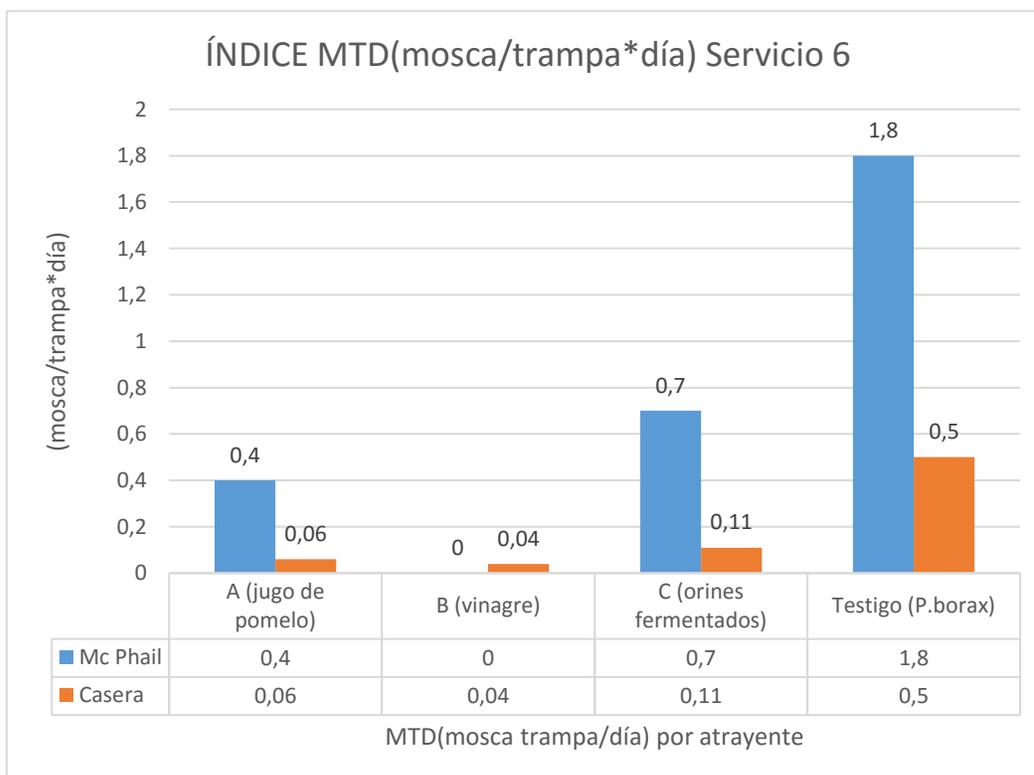
GRÁFICA N° 15 Índice MTD registrado en el servicio 5



En este gráfico se observa que el atrayente A (jugo de pomelo) presenta el mayor índice de MTD con un valor de 0.24 con la trampa Mc Phail seguido por la proteína bórax (testigo) con un MTD de 0,2 y el menor MTD registrado en este servicio es del atrayente B (vinagre) con un valor de 0 por lo tanto se considera de nula prevalencia.

4.6.6 Índice MTD registrado en el servicio 6

GRÁFICA N° 16 Índice MTD registrado en el servicio 6

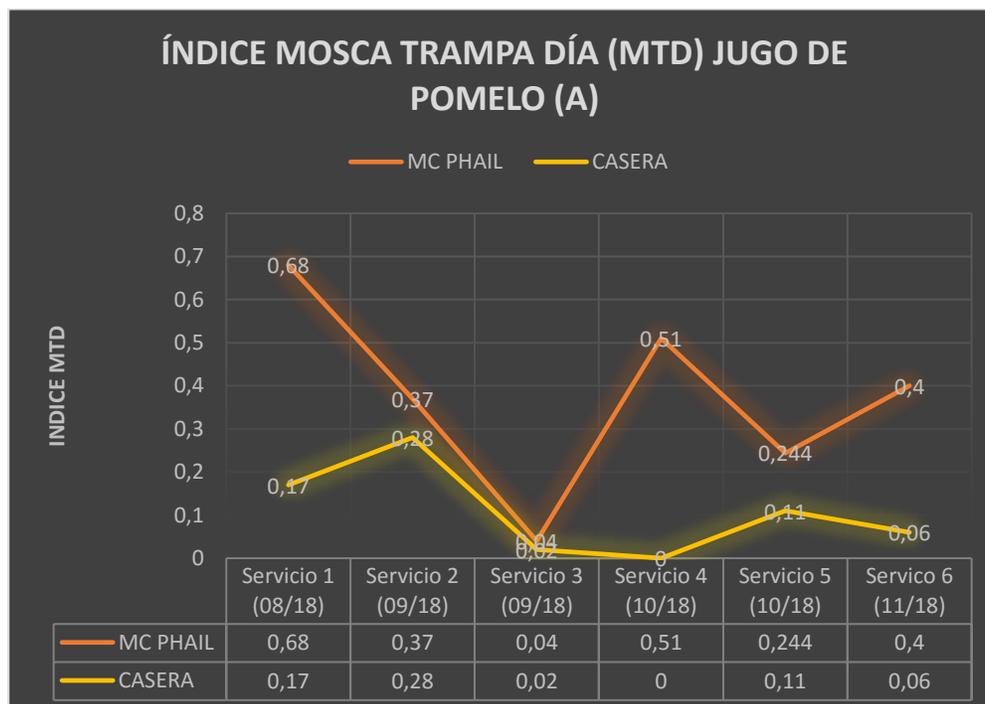


En la gráfica N° 12 se observa que la proteína bórax (testigo) presenta el mayor índice MTD con un valor de 1,8 con la trampa Mc Phail y el menor MTD con esta trampa se presenta en el atrayente B (vinagre) con un valor de 0; por lo tanto se considera nula prevalencia. Por otro lado, se observa que con la trampa Casera el mayor índice MTD le pertenece a la proteína bórax (testigo) con un valor de 0,5 y el menor se presenta en el atrayente B (vinagre) con un valor de 0,04.

4.7.- ÍNDICE MTD DE CADA TIPO DE ATRAYENTE UTILIZADO EN EL ESTUDIO

4.7.1.-Índice MTD (mosca/trampa*día) con el atrayente A (jugo de pomelo)

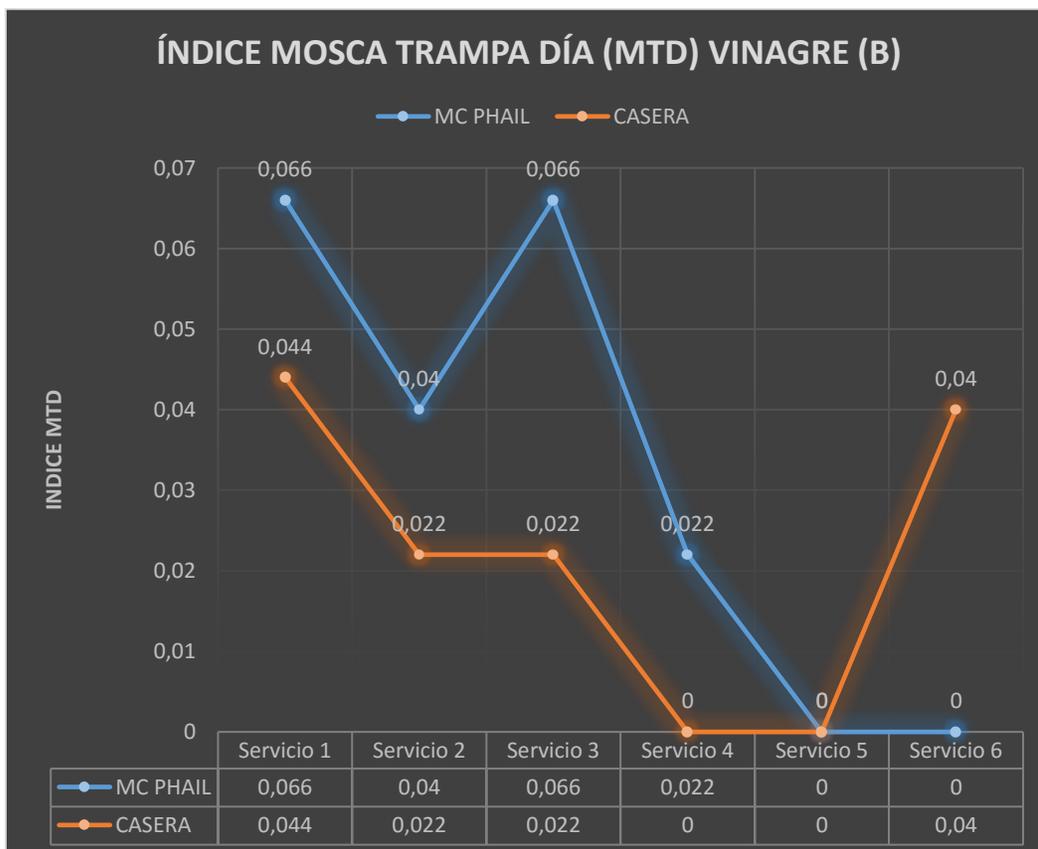
GRÁFICA N°17 Índice MTD con el atrayente A



En la gráfica podemos observar que el mayor índice MTD registrado con el atrayente A (jugo de pomelo) y con la trampa Mc Phail está en el primer servicio con un valor de 0,68 que se realizó en el mes de agosto lo que significa una alta prevalencia, y el menor registro de este índice con la misma trampa está registrado en el cuarto servicio que se realizó en la primera quincena del mes de octubre. También podemos observar que el mayor índice registrado con el atrayente A (jugo de pomelo) y trampa Casera está registrado en el segundo servicio que se realizó el mes de septiembre con un valor de 0,28 demuestra también alta prevalencia.

4.7.2.- Índice MTD (mosca/trampa*día) con el atrayente B (vinagre)

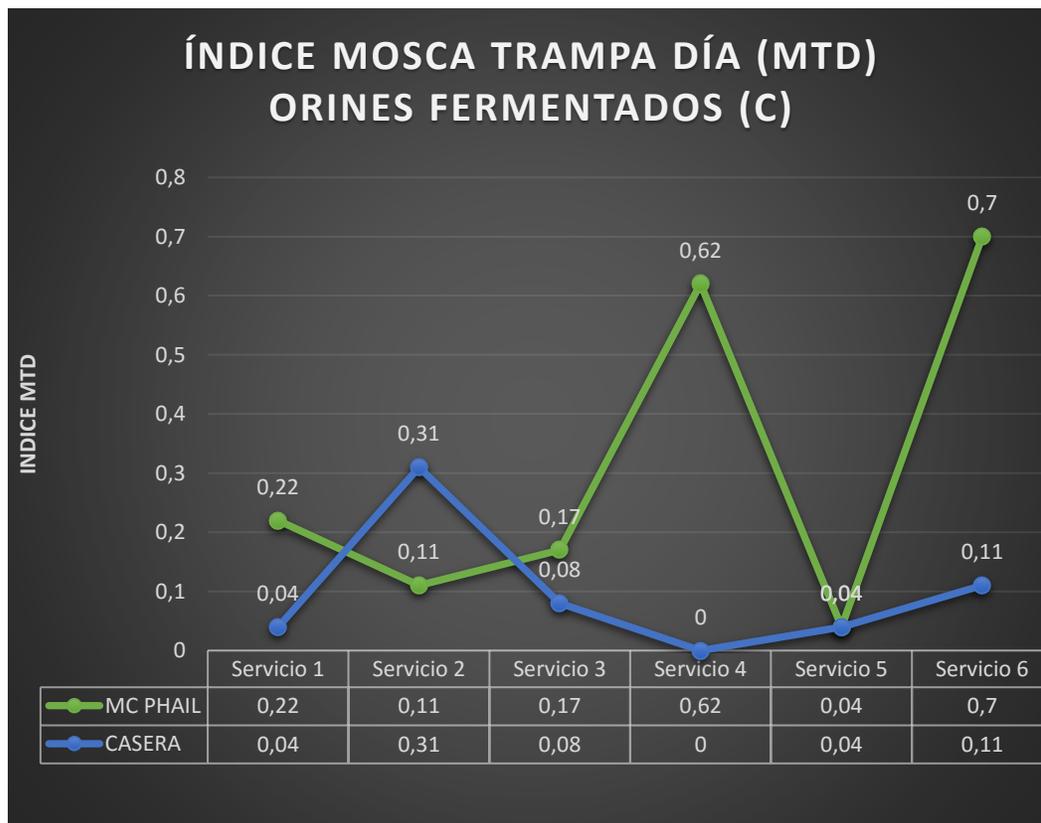
GRÁFICA N° 18 Índice MTD con el atrayente B



Podemos observar en la gráfica que el mayor índice registrado con el atrayente B (vinagre) y trampa Mc Phail está registrado en el primer y tercer servicio ambas con un valor similar de 0,06; por otra parte, el menor índice registrado es de 0 en el quinto y sexto servicio registrados en los meses de octubre y noviembre. También se puede observar que el mayor índice MTD registrado con el atrayente B (vinagre) y trampa Casera está en el primer servicio con un valor de 0,044 y el menor registrado se encuentra los servicios quinto y sexto ambos con el mismo valor de 0 demuestran una prevalencia nula.

4.7.3.- Índice MTD (mosca/trampa*día) con el atrayente C (orines fermentados)

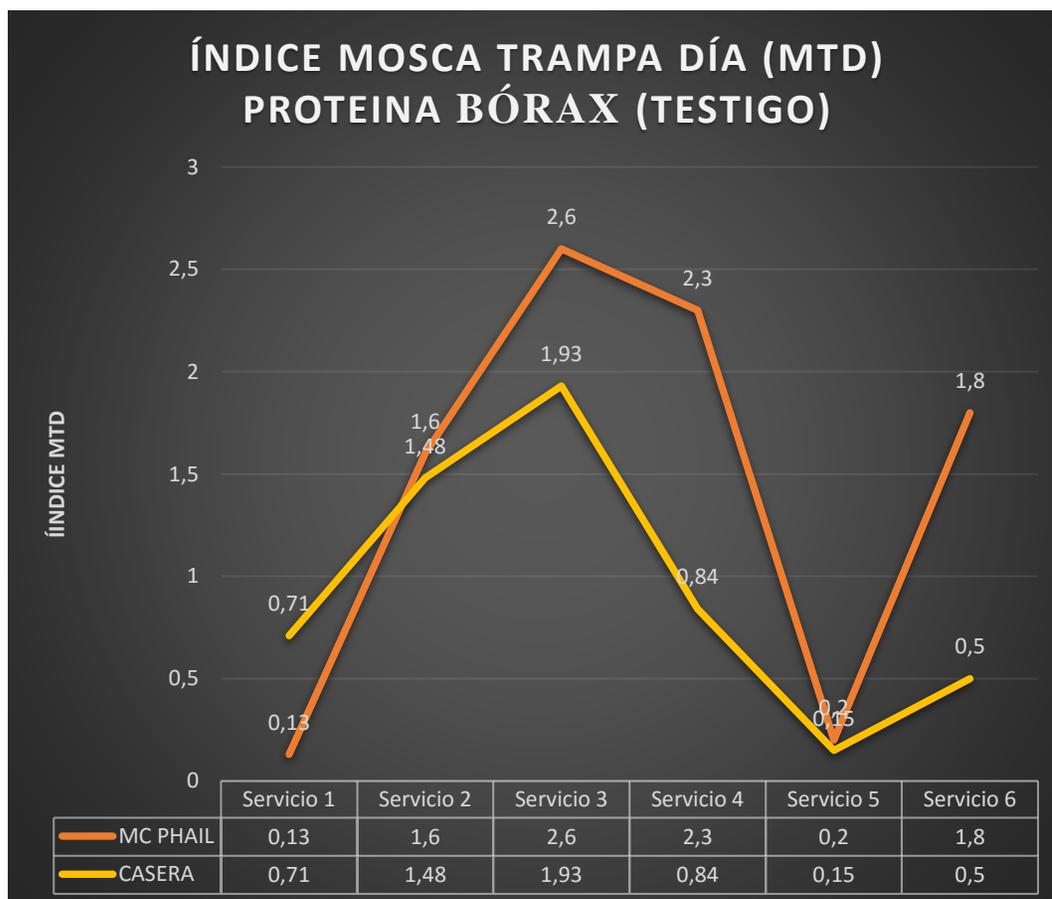
GRÁFICA N° 19 Índice MTD con el atrayente C



En la gráfica podemos observar que el mayor índice MTD registrado con el atrayente C (orines fermentados) y trampa Mc Phail se registra en el sexto servicio realizado a finales del mes de octubre y a inicio del mes de noviembre con un valor de 0,7; el menor índice registrado está en el quinto servicio realizado el mes de octubre con un valor de 0,04. También se puede observar que el mayor MTD registrado con el atrayente C (orines fermentados) y trampa Casera se registra en el segundo servicio con un valor de 0,31 y el menor índice MTD registrado con el atrayente C y Trampa Casera se registra en el cuarto servicio con un valor de 0.

4.7.4.- Índice MTD (mosca/trampa*día) con el Testigo (Proteína bórax)

GRÁFICA N° 20 Índice MTD con el Testigo

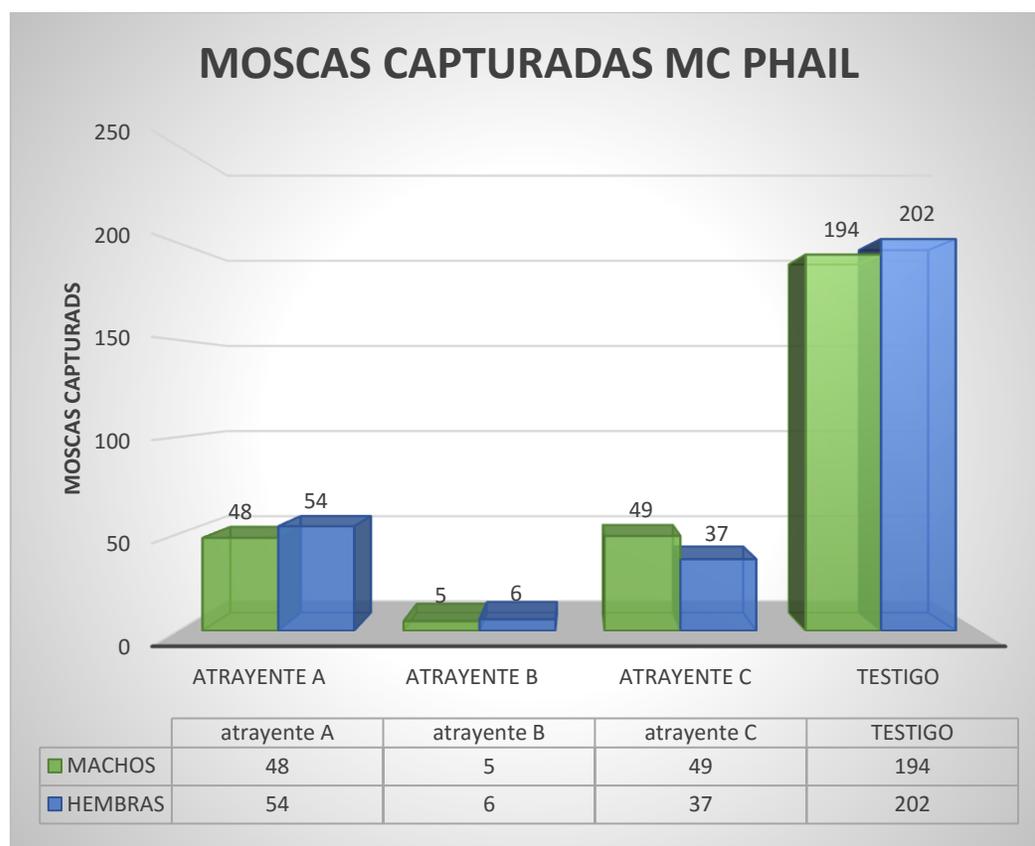


Se puede observar en la gráfica que el mayor índice MTD pertenece a la proteína bórax (testigo) y trampa MC Phail se registra en el tercer servicio con un valor de 2,6 y el menor registrado en este tratamiento es de 0,2 que se registra en el primer servicio. También se puede observar que el mayor índice MTD con el testigo y trampa Casera está registrado en el tercer servicio obtenido en el mes de septiembre con un valor de 1,93 y el menor registrado con este tratamiento está en el quinto servicio con un valor de 0,15.

4.8.- NÚMERO DE MOSCAS (MACHO/HEMBRA) CAPTURADOS POR TRAMPA Y ATRAYENTE

4.8.1.-Número de moscas capturadas con la trampa MC PHAIL

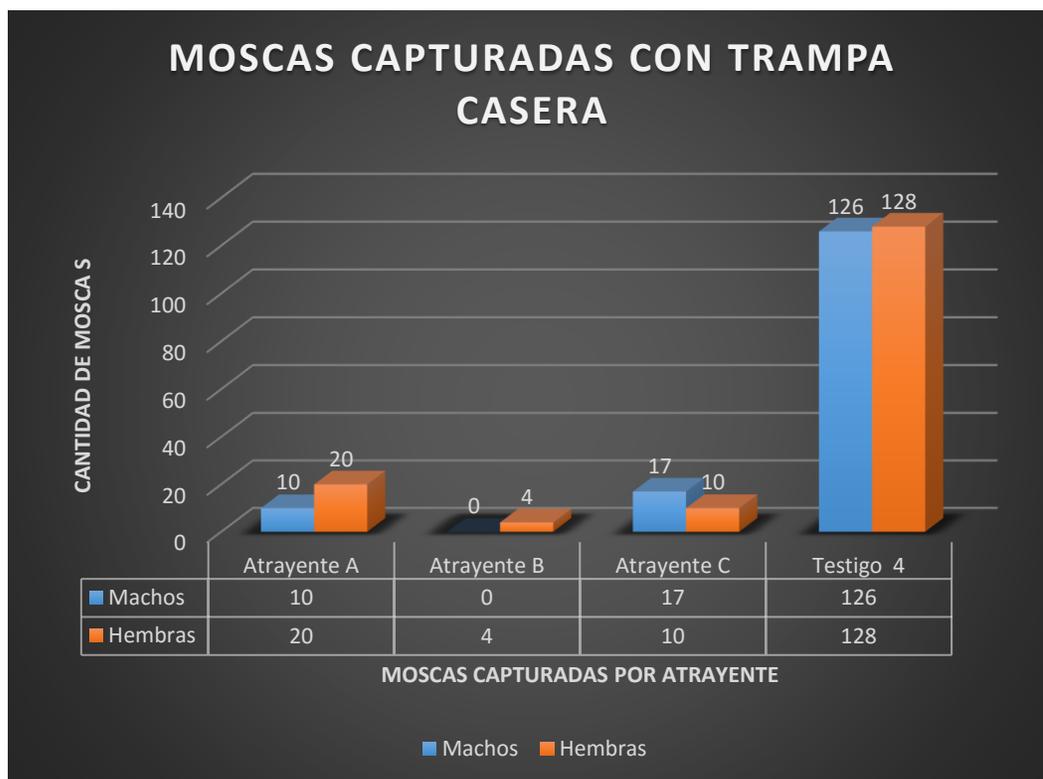
GRÁFICA N° 21 Moscas capturadas con trampa Mc Phail



En la gráfica podemos observar que el atrayente C (orines fermentados) con la trampa Mc Phail capturó una mayor cantidad de machos siendo de 49 moscas contra 37 hembras capturadas con el mismo atrayente, siendo el único atrayente con esta diferencia, en los demás atrayentes se puede observar que se capturaron más moscas hembras que machos.

4.8.2.-Número de moscas (MACHO/HEMBRA) capturados con trampa Casera.

GRÁFICA N° 22 Moscas capturadas con trampa Casera



Se puede observar en la gráfica que el atrayente C (orines fermentados) y trampa casera atrajo una mayor cantidad de moscas macho con una cantidad de 17 y capturó una cantidad de 10 moscas hembras, a diferencia de los demás atrayentes el atrayente C fue el único que atrajo una mayor cantidad de machos que de hembras.

4.9.- DISCUSIÓN

En el presente trabajo se realizó un estudio para determinar qué atrayente orgánico es más efectivo para el control de la mosca de la fruta utilizando dos tipos de trampas; el estudio conto con 8 tratamientos incluido el testigo (proteína bórax) cada tratamiento tuvo 3 repeticiones en cada servicio. Se realizó un total de 6 servicio durante todo el trabajo y cada servicio tuvo una duración de 15 días, en cada servicio se colocaron 24 trampas por lo tanto durante todo el tiempo que duró el trabajo se instalaron 144 trampas en total. Se pudo determinar que los atrayentes utilizados (jugo de pomelo), (vinagre y orines fermentados) son menos eficientes que el testigo (proteína bórax).

En cuanto a las especies capturadas, se identificaron las especies de *Anastrepha Fraterculus*, *Anastrepha Grandis* y *Tomoplagia spp.*

Según un trabajo de investigación realizado por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) señala que los hospedantes de la mosca de la fruta depende mucho de la intensidad de preferencia que tiene cada especie para completar su ciclo biológico de larva, determinaron que los cítricos son hospedantes de las especies de *Anastrepha Ludens* (mosca mexicana de la fruta) y *Anastrepha Fraterculus* (mosca sudamericana de la fruta).

La proteína bórax (testigo) es el atrayente más efectivo utilizando la trampa Mc Phail, ya que capturo un total de 398 especímenes de la mosca *Anastrepha fraterculus* durante todo el estudio. También se pudo determinar que el testigo (proteína bórax) es más eficiente ya que capturo la mayor cantidad de especímenes con ambas trampas (Casera y Mc Phail).

El ICA realiza sus trabajos de investigación en detección, control y erradicación de la mosca de la fruta utilizando proteína bórax con trampa Mc Phail debido a la efectividad de la misma ya que captura una gran cantidad de especímenes de mosca de la fruta.

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.- CONCLUSIONES

Las especies de la mosca de la fruta identificadas en la comunidad de Naranjo Agrio fueron *Anastrepha fraterculus*, *Anastrepha Grandis* y *Tomoplagia spp* que causan un daño económico importante en el cultivo de cítricos.

Se determinó que la proteína bórax utilizada como testigo sigue siendo el atrayente más efectivo utilizando la trampa Mc Phail capturando un total de 398 moscas de la fruta durante todo el trabajo de investigación.

La proteína bórax utilizada como testigo es mucho más eficiente que los atrayentes utilizados, ya que obtuvo el mayor porcentaje de captura con ambas trampas, con un 68% de captura con la trampa Mc Phail y un 81% con la trampa Casera, seguido por el atrayente A (jugo de pomelo) con un porcentaje del 17 % con la trampa Mc Phail; en el tercer lugar tenemos el atrayente C (orines fermentados) con un porcentaje del 14 % y por último tenemos el atrayente menos eficiente que es el Atrayente B (vinagre) con un porcentaje mínimo del 2% .

De acuerdo a los resultados obtenidos se determinó que la trampa Mc Phail es mucho más eficiente que la trampa Casera ya que en la mayoría de los tratamientos realizados es la que mayor número de especímenes capturó obteniendo un porcentaje de eficiencia del 65% capturando un total de 595 moscas *Anastrepha Fraterculus*; por otro lado la trampa Casera obtuvo un porcentaje de eficiencia del 35% capturando un total de 315 moscas, esto demuestra que la trampa Mc Phail es más eficiente que la trampa Casera.

De acuerdo a los resultados obtenidos se determinó que el mayor índice MTD se obtuvo con la proteína bórax (testigo) con un valor de 2,6 con la trampa Mc Phail en el tercer servicio considerándose una alta prevalencia.

5.2.- RECOMENDACIONES

La proteína bórax (testigo) con la trampa Mc Phail es el tratamiento más efectivo para el control de mosca de la fruta, se recomienda a los productores de cítricos establecer un sistema de trampeo masivo en sus parcelas para reducir al máximo el daño de la mosca de la fruta.

Se recomienda seguir investigando y probando otro tipo de atrayentes orgánicos que sean eficientes y poder ofrecer a los productores nuevas alternativas de control al alcance de sus posibilidades con insumos locales y de menor costo.

Brindar información a los productores de frutas sobre el manejo integrado de plagas y capacitarlos con buenas prácticas agrícolas para que ellos puedan tomar sus medidas de control y poder reducir el daño de la mosca de la fruta que afecta de manera considerable a la producción de todas las frutas.

Realizar campañas de control en todas las comunidades productoras de frutas en el departamento de Tarija para poder reducir el daño de esta plaga tan importante para así poder mejorar la producción y generar más ingresos para los pequeños y grandes productores de frutas en el departamento.