



Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
DIRECCIÓN DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
Maestría en Ciencias en Sanidad Vegetal

Trabajo de Tesis

**Distribución espacial y temporal del
complejo Moscas de la fruta en Nicaragua
periodo 2018-2023**

Autor

Ing. Fernando José Leal Ruiz

Asesor

MSc. Trinidad Castillo Arévalo

Presentado a la consideración del Honorable Comité
Evaluador como requisito final para optar al grado de
Maestro en Ciencias

Managua, Nicaragua
Septiembre, 2024

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el Honorable Comité Evaluador designado por la Dirección de Ciencias Agrícolas como requisito final para optar al título profesional de:

Maestro en Ciencias en Sanidad Vegetal

Miembros del Comité Evaluador

Msc. Ivania del Carmen Zeledon
Presidente

Msc. Ariel Alexander Mena Garcia
Secretario

Msc. Santos David Romero
Vocal

Lugar y fecha: Managua, Nicaragua, 27 de septiembre 2024

DEDICATORIA

Dedico esta Maestría a Dios, por darme el tiempo necesario para culminar esta meta.

A mis padres, allá en el cielo, gracias por su apoyo incondicional durante toda mi formación.

A mi familia.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a quienes me apoyaron durante el proceso y culminación de este hermoso proyecto.

A mi familia.

Al Instituto de Protección y Sanidad Agropecuaria

Al Ingeniero Ricardo Somarriba

A mi tutor, Ing. MSc. Trinidad Castillo Arévalo

A la Universidad Nacional Agraria

Fernando José Leal Ruiz

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE DE CONTENIDO	iii
ÍNDICE DE CUADROS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE ANEXOS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo general	3
2.1. Objetivos específicos	3
III. MARCO DE REFERENCIA	4
3.1. Origen y antecedentes de <i>Ceratitis capitata</i> y <i>Anastrepha</i> spp	4
3.2. Biología de <i>C. capitata</i> y <i>Anastrepha</i> spp	5
3.3. Daños ocasionados en los frutos por <i>C. capitata</i> y <i>Anastrepha</i> spp	6
3.4. Hábitat de <i>C. capitata</i> y <i>Anastrepha</i> spp	6
3.5. Método de identificación de <i>C. capitata</i> y <i>Anastrepha</i> spp	7
3.6. Sistema de Vigilancia Fitosanitaria en Nicaragua para el complejo de moscas de la fruta	7
3.7. Instalación de trampas para moscas de las frutas en cítricos	8
3.8. Monitoreo en campo para <i>C. capitata</i> y <i>Anastrepha</i> spp	8
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	9
4.1. Ubicación del estudio	9
4.2. Diseño metodológico	10
4.3. Manejo del ensayo	10
4.3.1. Descripción de la red de trapeo	10
4.3.2. Rutas de trapeo	11
4.3.3. Tipos de trampas y atrayentes utilizados en la vigilancia de moscas de la fruta	12

4.3.4. Ubicación de las trampas	13
4.3.5. Período de inspección	13
4.3.6. Toma de muestras	13
4.3.7. Actividades realizadas en el laboratorio de Moscas de la Fruta	14
4.3.8. Inspección de trampas instaladas para complejo de moscas de la fruta	14
4.4 Variables evaluadas	14
4.4.1. Número de moscas de la fruta por género en el país	14
4.4.2. Número de moscas capturadas por tipo de trampa	14
4.4.3. Frecuencia de individuos por hospedero	14
4.4.4. Temperaturas a nivel nacional de 2018 a 2023	15
4.4.5. Fluctuación poblacional espacial y temporal de moscas de la fruta	15
4.5 Análisis de datos	15
4.5.1. Estimación de proporciones	15
4.5.2. Tablas de frecuencias y gráficas	15
4.5.3. Análisis de correlación	15
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	16
5.1. Proporciones de capturas del complejo mosca de la fruta (<i>Ceratitis capitata</i> y <i>Anastrepha spp</i>) en Nicaragua	16
5.1.1. Número de especímenes por tipo de trampa y atrayente	19
5.2. Influencia de las temperaturas sobre las poblaciones de especies del complejo de moscas de la fruta (<i>Ceratitis capitata</i> y <i>Anastrepha spp</i>) en Nicaragua	20
5.2.2. Correlación entre poblaciones de moscas de la fruta (<i>Ceratitis capitata</i> y <i>Anastrepha spp.</i>) y la temperatura	28
5.2.3. Frecuencia de capturas respecto al hospedero	30
5.3. Fluctuación poblacional del complejo mosca de la fruta (<i>Ceratitis capitata</i> y <i>Anastrepha spp</i>) en Nicaragua periodo 2018-2023	32
VI. CONCLUSIONES	42
VII. RECOMENDACIONES	43
VIII. LITERATURA CITADA	44
IX. ANEXOS	47

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1.	Descripción de la red de trapeo utilizada durante el periodo de la investigación	11
2.	Descripción de los tipos de trampas y atrayente utilizados para la captura de moscas de la fruta durante el periodo evaluado	12
3.	Conteo general y proporciones de moscas de la fruta en departamentos de Nicaragua periodo 2018 a 2023	17
4.	Ejemplares de moscas de la fruta capturados por año, tipo de trampas y atrayentes utilizados	19
5.	Correlación entre poblaciones de moscas de la fruta (<i>Ceratitis capitata</i> y <i>Anastrepha</i> spp) y variables de clima	29
6.	Frecuencia de capturas de moscas de la fruta respecto al cultivo hospedero en el que se instaló la trampa	31

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1. Departamentos donde se llevó a cabo la investigación. Fuente: embajadadenicaragua.org	9
2. Proporción total de moscas pertenecientes al complejo mosca de la fruta en Nicaragua periodo 2028-2023	16
3. Número de moscas totales capturadas por departamento de 2018 a 2023	18
4. Poblaciones de moscas de la fruta y temperaturas máximas y mínimas promedio en el periodo 2018 a 2023	21
5. Poblaciones de moscas de la fruta y temperaturas máximas y mínimas promedio de 2018	22
6. Poblaciones de moscas de la fruta y temperaturas máximas y mínimas promedio de 2019	23
7. Poblaciones de moscas de la fruta y temperaturas máximas y mínimas promedio de 2020	24
8. Poblaciones de moscas de la fruta y temperaturas máximas y mínimas promedio de 2021	25
9. Poblaciones de moscas de la fruta y temperaturas máximas y mínimas promedio de 2022	26
10. Poblaciones de moscas de la fruta y temperaturas máximas y mínimas promedio de 2023	27
11. Fluctuación poblacional del complejo moscas de la fruta (<i>Ceratitis capitata</i> y <i>Anastrepha</i> spp) en Nicaragua año 2018	32
12. Fluctuación poblacional del complejo moscas de la fruta (<i>Ceratitis capitata</i> y <i>Anastrepha</i> spp) en Nicaragua año 2019	33
13. Fluctuación poblacional del complejo moscas de la fruta (<i>Ceratitis capitata</i> y <i>Anastrepha</i> spp) en Nicaragua año 2020	34
14. Fluctuación poblacional del complejo moscas de la fruta (<i>Ceratitis capitata</i> y <i>Anastrepha</i> spp) en Nicaragua año 2021	35

15.	Fluctuación poblacional del complejo moscas de la fruta (<i>Ceratitis capitata</i> y <i>Anastrepha</i> spp) en Nicaragua año 2022	36
16.	Fluctuación poblacional del complejo moscas de la fruta (<i>Ceratitis capitata</i> y <i>Anastrepha</i> spp) en Nicaragua año 2023	37
17.	Fluctuación poblacional de moscas de la fruta en Nicaragua de 2018 a 2023	38
18.	Fluctuación poblacional de moscas de la fruta (<i>Ceratitis capitata</i>) en Nicaragua de 2018 a 2023	39
19.	Fluctuación poblacional de moscas de la fruta (<i>Anastrepha</i> spp.) en Nicaragua de 2018 a 2023	40

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO	PÁGINA
1. Prueba de Normalidad de Kolmogorov-Smirnov para una muestra para los datos de poblaciones de moscas de la fruta y variables climatológicas	47

RESUMEN

La vigilancia fitosanitaria se ha convertido en uno de los pilares esenciales en la protección agrícola de los países, debido a que tiene como finalidad detectar de forma oportuna y eficaz la aparición de nuevas plagas y mantener monitoreadas aquellas que ya están presentes. El objetivo de este trabajo fue evaluar la distribución espacial y temporal del complejo moscas de la fruta en Nicaragua de 2018 a 2023, esto se llevó a cabo bajo un sistema de vigilancia fitosanitaria desarrollado por el Instituto de Protección y Sanidad Agropecuaria (IPSA). El estudio fue realizado en los 17 departamentos de Nicaragua, la recolección de la información se hizo a través de la instalación de trampas para realizar las capturas de moscas, los tipos de trampa utilizadas fueron; trampa McPhail con atrayentes Acetato de amonio + putrescina + trimetilamina, y Multilure con cebo proteico, trampa Jackson con cuelure, Methil eugenol, y Trimedlure, las trampas se revisaron cada siete y 15 días. Las variables evaluadas fueron; captura y proporciones de moscas por género, número de moscas capturadas por tipo de trampa y atrayente, capturas respecto al hospedero, temperaturas. El análisis de los datos se realizó estimando proporciones de moscas según el género, tablas de frecuencias, gráficas, estimación de promedios y análisis de correlación. Los resultados indican que se encontraron únicamente dos géneros de moscas de la fruta (*Ceratitis capitata* y *Anastrepha spp.*), esto evidenció la ausencia de otras especies de moscas consideradas amenazas para las exportaciones del país, la variable climatológica temperatura mostró estar correlacionada con la presencia de moscas, sin embargo, los coeficientes de correlación fueron bajos, la fluctuación poblacional de moscas de la fruta en Nicaragua fue variada durante los seis años de estudio, presentándose de manera distinta en cada departamento a lo largo de los meses del año. El presente estudio sugiere que en el programa de vigilancia fitosanitaria deben tomarse en cuenta otros factores tanto bióticos como abióticos que permitan estimar modelos de fluctuación poblacional para realizar recomendaciones y hacer más eficientes el control de las plagas en cuestión.

Palabras clave: Dípteros, familia, sanidad vegetal

ABSTRACT

Phytosanitary surveillance has become one of the essential pillars in the agricultural protection of countries, because its purpose is to detect in a timely and effective manner the appearance of new pests and keep those that are already monitored presently. The objective of this work was to evaluate the spatial and temporal distribution of the fruit fly complex in Nicaragua from 2018 to 2023, this was carried out under a phytosanitary surveillance system developed by the Institute for Agricultural Protection and Health (IPSA). The study was carried out in the 17 departments of the country. The collection of information was done through the installation of traps to capture flies, the types of trap used were; McPhail trap with attractants Ammonium acetate + putrescine + trimethylamine, and Multilure with protein bait, Jackson trap with cuelure, Methil eugenol, and Trimedlure, the traps were checked every seven and 15 days. The variables evaluated were capture and proportions of flies by gender, number of flies captured by type of trap and attractant, captures with respect to the host, temperatures and precipitation. Data analysis was carried out by estimating proportions of flies according to gender, frequency tables, graphs, estimation of averages and correlation analysis. In the evaluation, the analysis showed that only two genre of fruit flies were captured (*Ceratitis capitata* and *Anastrepha* spp.), this evidenced the absence of other species of flies considered threats to the country's exports, the climatological variable temperature showed be correlated with fly captures, however, the correlation coefficients were low, the population fluctuation of fruit flies in Nicaragua was varied during the six years of study, presenting different outcomes in each department throughout the months of the year. The present study suggests that the phytosanitary surveillance program should consider other biotic and abiotic factors that allow estimating population fluctuation models to make recommendations and make the control of the pests in question more efficient.

Keywords: Dipteran, family, plant health.

I. INTRODUCCIÓN

La Convención Internacional de Protección Fitosanitaria [(CIPF)] en 1997, establece que es responsabilidad de las organizaciones nacionales de protección fitosanitaria realizar la vigilancia de plantas en cultivo, tanto de las tierras cultivadas, como en la flora silvestre, de plantas y productos vegetales en almacenamiento o en transporte, particularmente con el fin de informar de la presencia, el brote y la diseminación de plagas citado por (Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Veracruz (CESAVE, 2020).

La vigilancia fitosanitaria constituye una herramienta básica para mantener actualizado el estatus fitosanitario del país, requisito exigido a nivel internacional para el intercambio comercial de productos de origen vegetal; ya que sin la vigilancia no es posible declarar áreas libres, suministrar información sobre presencia, incidencia y distribución de plagas, actualizar el listado oficial de plagas, realizar Análisis de Riesgo y detectar oportunamente la presencia de plagas exóticas; además de informar a otras organizaciones fitosanitarias nacionales e internacionales, tales como USDA/APHIS, OIRSA, FAO, entre otras. (Instituto de Protección y Sanidad Agropecuaria [IPSA], 2014).

Según (Quiroga, 2020), el complejo de mosca de la fruta puede limitar las exportaciones agrícolas, estimando pérdidas anuales de US\$100 millones de dólares en países fruticultores En Perú, por ejemplo, el (Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA), 2024), indica que las pérdidas de productividad de los cultivos hospedantes pueden estar entre 30% a 50%. Igualmente, el (Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas [IICTA], 2015) reporta que en México sin la ejecución del programa MOSCAMED durante los años 1978 y 2008 se presentaron pérdidas de US\$ 435 millones en frutales como mango y US\$ 1.873 en aguacate y vid, reportando un total de pérdidas de todos los cultivos hospedantes de US\$ 4.237 millones durante este periodo.

Existen más de 5000 especies de la familia Tephritidae que integran el complejo de moscas de la fruta, estas son de gran impacto en la fruticultura mundial debido a que causan daños directos a los cultivos generando grandes pérdidas. Dentro de las moscas con mayor impacto económico

están *Ceratitis capitata*, también conocida como mosca del mediterráneo, y especies del género *Anastrepha* spp. que es el más representativo del continente americano, con más de 185 especies descritas hasta la fecha. (Quiroga I, 2020).

Las moscas de la fruta puede ser un problema durante todo el año, pero son comunes especialmente a fines del verano y en el otoño, porque las frutas y verduras maduras o fermentadas atraen los insectos. Los tomates, melones calabacines, uvas y otras comidas perecederas traídas en la cada desde el jardín pueden causar una infestación. Los bananos podridos, papas, cebollas y otros productos atraen también a las moscas de la fruta (Entomology Department 2024).

Producen un daño directo por el efecto de la picadura de la hembra sobre el fruto, para realizar la ovoposición, 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. Todo esto origina una maduración precoz y caída del fruto, y la consiguiente pérdida de cosecha (CESAVE).

En 2020, Jiménez-Martínez y Jiménez Castillo, detallan que, en Nicaragua, se reportan: alrededor de 17 especies consideradas de importancia económica, entre ellas, mosca del mediterráneo (*Ceratitis capitata*, Wiedemann), mosca de las guayabas (*Anastrepha obliqua*, Macquart), mosca del mango (*Anastrepha striata*, Schiner), mosca mexicana (*Anastrepha ludens* Loew) y mosca de la papaya (*Toxotrypana curvicauda*) (Jiménez-Martínez y Jiménez Castillo (121).

Actualmente el mecanismo de detección oportuno que realiza el IPSA para el monitoreo del complejo mosca de la fruta consiste en el establecimiento de una ruta de trampeo en cada delegación departamental, compuesta por una red de al menos 16 trampas (4 TJ-TML, 4 TJ-ME, 4 TJ-CUE y 4 MLT- CP), colocadas cada tres a cinco kilómetros sobre vías de tráfico internacional, zonas frutícolas, plantaciones comerciales y sitios de traspatio con presencia de hospedantes de moscas de la fruta.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Determinar la distribución espacial y temporal del complejo moscas de la fruta en Nicaragua durante el periodo 2018-2023, bajo un sistema de vigilancia fitosanitaria.

2.1. Objetivos específicos

- Estimar las proporciones de capturas del complejo moscas de la fruta (*Ceratitis capitata* y *Anastrepha* spp) en Nicaragua por departamento.
- Asociar la influencia de la temperatura sobre las poblaciones de especies del complejo de moscas de la fruta (*Ceratitis capitata* y *Anastrepha* spp) en Nicaragua.
- Caracterizar la dinámica poblacional del complejo moscas de la fruta (*Ceratitis capitata* y *Anastrepha* spp) periodo 2018-2023.

III. MARCO DE REFERENCIA

3.1. Origen y antecedentes de *Ceratitis capitata* y *Anastrepha* spp

La familia Tephritidae, es una de las más importantes del orden Díptera ya que está constituida por 4,223 especies aproximadamente (Norrbom et al. 1998). Hay que destacar que, en el Continente Americano, ocurren cerca de 977 especies, de las cuales, el 73% ha sido registrada para la región Neotropical, abarcando desde México hasta Chile y Argentina (Guillén Aguilar, 2019).

Respecto a la Subfamilia Trypetinae, es importante subrayar que incluye cerca de 161 géneros con 2.007 especies en el mundo, pero la mayoría se encuentran en regiones del sureste de Asia, África y Australia. En América han sido registradas 337 especies, lo que constituye cerca del 17% de la diversidad global (Hernández-Ortiz et al. 2010). Aquí ocurren los géneros de mayor importancia económica en el mundo que se alimentan de frutos cultivados, tales como *Rhagoletis* Loew, *Ceratitis* MacLeay, *Bactrocera* Macquart, *Dacus* Fabricius y como representantes del continente americano están los géneros *Anastrepha* Schiner, *Toxotrypana* Gerstaecker y *Hexachaeta* Loew (Guillén Aguilar, 2019).

Ros Amador, (1988) atribuyó el origen de *C. capitata* a las Indias Orientales, posteriormente los entomólogos italianos Bezzi y Silvestri, tras minuciosos estudios trasladarían su origen a África Occidental tropical, concretamente al sur de Dahomey (Rep. de Benin) y de Nigeria, es una de las especies cosmopolitas que se ha ido extendiendo a zonas templadas, subtropicales y tropicales de los dos hemisferios.

En Nicaragua, el primer reporte de *C. capitata* fue realizado en 1960 siendo esta una especie invasiva, los países a los que aún no se ha introducido esta plaga evitan de cualquier manera que se establezca en sus territorios ya que causa grandes pérdidas económicas en frutales (Ros Amador, 1988).

El género *Anastrepha* es de origen neotropical y se extiende desde el sur de los Estados Unidos de América hasta Argentina y es considerado como el de mayor importancia económica en el

mundo (Stone, 1942; Norrbom and Kim, 1988; Norrbom and Foote, 1989). La guayaba, (*Psidium guajava* L.), es uno de los frutales más afectados por moscas de las frutas, pues su alto contenido de nutrientes permite el desarrollo de varias especies en todas las áreas donde se cultiva. (Núñez, 2004).

3.2 Biología de *C. capitata* y *Anastrepha* spp

En cuanto a la Biología y hábitos, las moscas de la fruta cuentan con cuatro estadios: huevo, larva, pupa y adulto. Estos se desarrollan luego de que las hembras depositan los huevos en el fruto hasta completar el periodo de incubación, eclosión y desarrollo de la larva, la cual pasa por tres instares, y una vez que llega al estado de prepupa, abandona el fruto para empupar en el suelo a poca profundidad (Núñez, 1996).

El ciclo biológico de esta especie es holometábolo, cuando las hembras llegan a fase adulta ovipositan bajo la cáscara de una fruta en proceso de fermentación. Los adultos pueden vivir hasta tres meses y se estima que en un año tienen 12 generaciones (Jiménez-Martínez y Jiménez Castillo, 2020).

El ciclo vital de la mosca de la fruta comienza cuando las hembras depositan sus huevos justo debajo de la piel de la fruta. La duración del estado de huevo es variable y está condicionada por factores ambientales, siendo más corta en épocas cálidas y más larga en invierno. Una vez transcurrido este período, nacen las larvas, las cuales se desarrollan alimentándose de la pulpa del fruto. (ICA).

El estado larval atraviesa por tres estadios, con una duración de seis 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 dos o tres centímetros de profundidad del suelo y se transforma gradualmente en pupa. (Álvarez, 2021).

El estado de pupa tiene una duración de nueve a 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. (IICA, 2012).

3.3 Daños ocasionados en los frutos por *C. capitata* y *Anastrepha* spp

La especie de *C. capitata* a lo largo del tiempo ha ido ocasionando pérdidas en los frutos debido a su manera de alimentación, en los frutos, el daño es causado principalmente por las larvas ya que se alimenta de la pulpa de las frutas, dejando dentro de ella todos sus excrementos, además de servir de vía de contaminación para distintos tipos de hongos, que producen putrefacción, lo cual hace que esos frutos se caigan al suelo antes de tiempo o no sean comercializables (Universidad Agrícola).

Destacan los siguientes perjuicios: la oxidación, maduración prematura y la pudrición de las guayabas (ICA, 2012); así como pérdidas económicas por restricciones cuarentenarias impuestas a los países exportadores (ICA, 2012; Martínez-Alava, 2007; Núñez, 1994). Además, causa la caída prematura de los frutos por disturbios hormonales (Lorscheiter et al., 2012) y la maduración precoz, debido al desdoblamiento de la pectina, hidrólisis de la glucosa, disminución de la consistencia, deterioro del color, aspecto de la pulpa y cambio del aroma (Gutiérrez, 2001). Estos son algunos de los daños causados en los frutos por *C. capitata* y *Anastrepha* respectivamente (Deantonio-Florido y Carabalí Muño, 2021).

3.4 Hábitat de *C. capitata* y *Anastrepha* spp

La duración de vida de *C. capitata* está relacionada con el factor de humedad, durante el tiempo de sequía tendría una baja reproducción, de acuerdo con Ros Amador, (1988), durante la estación fría y lluviosa son las fases de larva y pupa, y no el adulto, las que prolongando su ciclo al máximo conducen a la especie hasta la estación favorable.

La mortalidad de pupas es muy alta en inviernos severos, reduciéndose cuando las condiciones son menos extremas y no tan lluviosas, lo que se traducirá en una irrupción repentina de la plaga en la siguiente primavera. (Ros Amador, 1988).

Las moscas de la fruta alcanzan varias generaciones al año (Insuasty et al., 2007), según el ICA (2012), entre cuatro y ocho. Bajo condiciones de laboratorio (22°C y 80% hr), el ciclo de vida de *Anastrepha* spp. inicia con la oviposición de los huevos, entre el octavo y el décimo día. La eclosión se presenta tres días después. El desarrollo de tres instares larvales se da durante 10 a 12 días, y empupa aproximadamente entre los 15 y 17 días para dar origen al adulto de las moscas, el cual vuela libremente para repetir su ciclo biológico (figura 3.3) (Insuasty et al., 2007). Así describen (Deantonio-Florido., Carabalí Muño 2021), el entorno que reúne ambientes propicios para que se desarrolle el ciclo de vida de las moscas de la fruta.

3.5 Método de identificación de *C. capitata* y *Anastrepha* spp

Para la identificación de distintas especies, se utilizó el método de las claves taxonómicas, propuesto por Hernández Ortiz et al., (2010), la cual consiste en seguir cada patrón que la principalmente formométrico que la guía indica hasta llegar a su objetivo.

3.6 Sistema de Vigilancia Fitosanitaria en Nicaragua para el complejo de moscas de la fruta

La vigilancia fitosanitaria es un proceso sistemático que permite recopilar y analizar datos sobre la presencia y distribución de plagas. Esta información es esencial para la toma de decisiones en materia de sanidad vegetal, el establecimiento de medidas de control y la certificación de productos para el comercio internacional (IPSA, 2014).

Además de los daños directos de pérdidas en rendimiento e incremento de costos de control, se añaden los daños indirectos que incluyen la restricción en la comercialización nacional y de exportación y la construcción y mantenimiento de instalaciones para el tratamiento de frutas y de programas de erradicación (Norrbon, 2004). La infestación por moscas de la fruta es uno de los problemas críticos 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 (Loera, 2017).

3.7 Instalación de trampas para moscas de las frutas en cítricos

Para moscas de las frutas, la instalación de trampas es una práctica que se ha vuelto muy efectiva, de acuerdo con las Normas Internacionales para Medidas Fitosanitarias (NIMF 26 Establecimiento de áreas libres de plagas para moscas de la fruta (Tephritidae)), nos indica la manera en la cual se realizan las instalaciones, el cuerpo de la trampa es la estructura física, generalmente es el que sostiene el atrayente, Carrasco Rivera,(2015) describe que las trampas McPhail son una herramienta necesaria para monitoreos de mosca de la fruta, están estructuradas a base de plástico en el cual contienen cebos alimenticios que capturan tanto hembras como machos de moscas de la fruta con un porcentaje mayor de hembras, generalmente no son tan sensibles como las trampas con paraferomonas en poblaciones bajas.

Se puede describir que las trampas Jackson tienen una estructura diferente ya que están hechas a base de cartón laminado llamado delta o prisma en la base interna se coloca una laminilla a la cual se le aplica un pegamento SAFERTAC y en la parte superior interna un gancho metálico que soporta una canasta en la que se ubica el atrayente sexual, las feromonas por lo general son altamente volátiles tienen formulaciones de liberación controlada que proporcionan un atrayente de duración más larga en el campo (IICA, 2012).

3.8 Monitoreo en campo para *C. capitata* y *Anastrepha* spp

Se entiende por monitoreo de plagas a la observación frecuente de una población (potencial plaga) utilizando métodos estandarizados y siguiendo su evolución en el tiempo (Segade, 2013). Las actividades de monitoreo consisten en la instalación de las trampas diseñadas para tales fines, siguiendo las especificaciones técnicas correspondientes. Este conlleva el diseño de un sistema de seguimiento y monitoreo que permita detectar el nivel de presencia de la mosca en cada finca donde se evaluarán variables. (Ramirez, 2011) citado por (Peralta et al., 2021).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Ubicación del estudio

El estudio se realizó en las rutas de monitoreo y trampeo que se llevan a cabo en el sistema de vigilancia fitosanitaria nicaragüense y que están distribuidas en 17 departamentos y 95 municipios de Nicaragua, las trampas para el complejo de moscas de la fruta se ubicaron en fincas, lotes, traspatios donde se seleccionaron árboles frutales de los géneros de moscas predominantes de cada zona.



Figura 1. Departamentos donde se llevó a cabo la investigación. Fuente: embajadadenicaragua.org

“Nicaragua es un país ubicado en el istmo centroamericano que limita al norte con Honduras y al sur, con Costa Rica. Posee costas en el Océano Pacífico y el mar Caribe, se encuentra comprendida dentro de la región tropical, sin embargo, la altitud y el relieve hacen que la misma presente cierta diversidad climática.”.(Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2024).

4.2. Diseño metodológico

El diseño que se realizó es no experimental de tipo cuantitativo observacional de corte transversal. Consistió en un análisis de datos obtenidos mediante un sistema de vigilancia fitosanitaria y monitoreo de red de trampas en los 17 departamentos de Nicaragua.

4.3. Manejo del ensayo

El Instituto de Protección y Sanidad Agropecuaria (IPSA) está trabajando en tres frentes para facilitar la exportación de mango, chiles dulces y pitahaya. Para ello, se está implementando un programa de vigilancia riguroso para detectar y controlar las moscas de la fruta, una plaga que podría afectar estos cultivos.

Además de esto, IPSA ha establecido una zona libre de moscas de la fruta en la zona norte del lago Xolotlán, que comprende los municipios de San Francisco Libre y El Jicaral. Esta zona sirve como modelo para el resto del país y demuestra la viabilidad de la producción agrícola libre de esta plaga.

A nivel nacional, IPSA cuenta con una red de trampas para monitorear las poblaciones de moscas de la fruta, tanto las que son consideradas cuarentenarias (de importancia para el comercio internacional) como las no cuarentenarias.

4.3.1. Descripción de la red de trampeo

En este trabajo, la información se obtuvo usando la metodología del Instituto de Protección y Sanidad Agropecuaria (IPSA) ya que el mismo cuenta con una red de trampas predefinidas para la vigilancia fitosanitaria en Nicaragua, esta red utiliza trampas McPhail y Jackson con atrayentes específicos para moscas de la fruta. En este estudio, se analizaron los datos de un total de 7.848 trampas, distribuidas en zonas fronterizas y fincas cercanas a áreas de tránsito, consideradas puntos de mayor riesgo.

Cuadro 1. Descripción de la red de trapeo utilizada durante el periodo de la investigación

Departamento	Año						Total departamento
	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
Boaco	15	15	16	15	18	32	111
Carazo	34	34	30	36	46	50	230
Chinandega	24	24	26	25	25	42	166
Chontales	16	16	16	16	23	32	119
Estelí	16	21	16	16	17	33	119
Granada	16	16	27	27	38	32	156
Jinotega	34	42	42	41	37	62	258
León	221	225	226	225	225	226	1,348
Madriz	20	24	20	20	20	32	136
Managua	428	456	461	468	480	519	2,812
Masaya	97	92	141	140	150	156	776
Matagalpa	42	49	63	87	84	100	425
Nueva Segovia	24	24	24	24	35	56	187
RACN	40	42	38	53	48	46	267
RACS	67	67	57	54	81	85	411
Río San Juan	21	23	23	25	23	38	153
Rivas	24	28	25	19	28	50	174
Total	1,139	1,198	1,251	1,291	1,378	1,591	7,848

4.3.2. Rutas de trapeo

Las rutas de trapeo para la vigilancia de las moscas de las frutas (*C. capitata*, *C. rosa*, *Anastrepha spp.*, *A. grandis* y *Bactrocera spp.*), están divididas en tres programas:

Programa de Exportación (PE): Enfocado en plantaciones comerciales de mango, chile dulce y pitahaya destinadas a la exportación hacia Estados Unidos. Este programa cumple con los acuerdos entre el Instituto de Protección Sanitaria Agropecuaria (IPSA) y el Servicio de Inspección Sanitaria de Animales y Plantas (APHIS) del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA).

Programa de Área Libre de Plagas (PAL): Implementado en la zona norte del lago Xolotlán, declarada libre de moscas de la fruta. Abarca parte de los municipios de San Francisco Libre (Managua) y El Jicaral (León).

Programa de Vigilancia (PV): Cubre todo el territorio nacional, incluyendo puestos de cuarentena y puntos de ingreso al país.

Este enfoque multifacético permite detectar la presencia de moscas de la fruta en diferentes zonas, monitorear las poblaciones de estas plagas, implementar medidas de control oportunas para proteger los cultivos y cumplir con los requisitos fitosanitarios para la exportación de frutas.

4.3.3. Tipos de trampas y atrayentes utilizados en la vigilancia de moscas de la fruta

El siguiente cuadro muestra los tipos de trampas y atrayentes que se usaron para monitorear cada especie de mosca de la fruta, asimismo se puede observar el número de muestreos o servicios que se dieron para levantar la información a presentar en este estudio. Es importante destacar que las combinaciones MLT-3C solo se emplea en áreas libres de moscas de la fruta.

Cuadro 2. Descripción de los tipos de trampas y atrayentes utilizados para la captura de moscas de la fruta durante el periodo evaluado

Departamento	MLT-3C	MLT-CP	TJ-CUE	TJ-ME	TJ-TML	Total de muestreos
Boaco	0	1,050	576	573	485	2,684
Carazo	0	4,849	441	460	3,286	9,036
Chinandega	0	1,826	888	890	890	4,494
Chontales	0	953	473	553	505	2,484
Estelí	0	1,197	626	522	768	3,113
Granada	0	2,607	564	512	1,549	5,232
Jinotega	0	2,087	949	890	935	4,861
León	5,560	41,805	5,086	5,699	20,878	79,028
Madriz	0	966	514	506	505	2,491
Managua	19,194	70,942	9,808	9,158	49,339	158,441
Masaya	0	29,796	581	558	15,499	46,434
Matagalpa	0	6,305	1,054	1,295	2,532	11,186
Nueva Segovia	0	1,278	830	727	735	3,570
RACN	0	2,410	1,144	1,276	1,198	6,028
RACS	0	3,798	1,984	1,947	1,917	9,646
Río San Juan	0	1,676	621	755	666	3,718
Rivas	0	1,127	568	518	620	2,833
Total	24,754	174,672	26,707	26,839	102,307	355,279

MLT-3C = Trampa Mc Phail Acetato de amonio (AA) + putrescina (Pt) + trimetilamina (TMA); Área Libre; MLT-CP = Trampa Mc Phail Multilure con cebo proteico (*Anastrepha* spp. Redes de Trampas); TJ-CUE = Trampa Jackson cuelure (*Bactrocera cucurbitae*); TJ-ME = Trampa Jackson Methil eugenol (*Bactrocera dorsalis*); TJ-TML = Trampa Jackson con Trimedlure (*Ceratitidis capitata*)

4.3.4. Ubicación de las trampas

La ubicación de las trampas se hizo de manera estratégica para aumentar su efectividad en los siguientes planeamientos:

- ✓ Árbol hospedero ideal: Se instaló la trampa en un árbol que albergaba frutos, preferiblemente en etapa de fructificación.
- ✓ Altura adecuada: Se colocó la trampa a una altura media dentro del follaje, libre de obstáculos como ramas y protegida de la luz solar directa.
- ✓ Orientación favorable: Se dispuso la trampa de modo que su abertura hueca apuntara en dirección del viento, permitiendo una óptima dispersión del atrayente.
- ✓ Rotación estratégica: En caso de presencia de diversas especies frutales, se rotó la trampa periódicamente para ubicarla siempre en árboles que se encontraban en su fase de fructificación.

4.3.5. Período de inspección

El periodo de inspección de trampas para los programas de exportación y áreas libres de moscas se realizó cada siete días. Para el programa de vigilancia, el servicio se efectuó cada 15 días, esto en cumplimiento a las Normas Internacionales para Medidas Fitosanitarias para el monitoreo de moscas de la fruta.

4.3.6. Toma de muestras

Los especímenes capturados, se depositaban en viales y se anotaba la fecha de intercepción, número de trampa y ubicación del lugar muestreado. Estos viales fueron enviados junto con la hoja de remisión de muestras. (MANPRO-DVFC N° 0.2 -Versión 1.0, 2019)

La información se registró y se guardó en la App móvil. Posteriormente se envió la información a plataforma digital. Cada muestra se remitió con su debida etiqueta y su código QR al laboratorio de diagnóstico fitosanitario del programa área libre de moscas de la fruta, del IPSA.

4.3.7. Actividades realizadas en el laboratorio de Moscas de la Fruta

La identificación de los especímenes a moscas de la fruta se realizó en el laboratorio de moscas de la fruta del IPSA. Para la identificación se utilizaron claves taxonómicas y comparaciones entre especímenes.

4.3.8. Inspección de trampas instaladas para complejo de moscas de la fruta

Las trampas se colocaron a una altura de 2.5 m, si era necesario, se instalaron dos trampas por finca, se ubicaron a una distancia de 50 m entre ellas, se verificaron cada 15 días junto con los cambios de torulas o feromonas, según sea el tipo de trampas, una vez obtenidas las muestras se colocaron en viales rotuladas con la información necesaria, las muestras fueron llevadas al laboratorio de IPSA central.

4.4 Variables evaluadas

4.4.1. Número de moscas de la fruta por género en el país

Se llevó a cabo realizando conteo por espécimen a nivel nacional y por departamento durante el periodo de la investigación.

4.4.2. Número de moscas capturadas por tipo de trampa

Se realizó un conteo de la cantidad de moscas capturadas a través de los diferentes tipos de trampas y para cada atrayente.

4.4.3. Frecuencia de individuos por hospedero

Se realizó determinando las frecuencias de la especie predominante tanto por departamento como en el país durante el periodo evaluado, así como el levantamiento del registro de los árboles que funcionan como hospedero para estas especies.

4.4.4. Temperaturas a nivel nacional de 2018 a 2023

Durante el estudio se levantaron a diario variables climáticas como la temperatura máxima, mínima y media para identificar si existe algún tipo de influencia de estas sobre las poblaciones de moscas de la fruta durante el periodo evaluado.

4.4.5. Fluctuación poblacional espacial y temporal de moscas de la fruta

Se realizó mediante el comportamiento poblacional de las especies de moscas de la fruta encontradas bajo las rutas de vigilancia en el periodo evaluado.

4.5 Análisis de datos

Todos los datos fueron analizados con la herramienta estadística InfoStat versión 2020.

4.5.1. Estimación de proporciones

En este trabajo, a través de los porcentajes, se determinaron las proporciones de las capturas de moscas de la fruta en los diferentes departamentos del país.

4.5.2. Tablas de frecuencias y gráficas

La información obtenida a través del sistema de vigilancia fitosanitaria se organizó en una tabla de frecuencias ya que según Balzarini et al., (2011), la misma permite organizar la información de tal manera que los valores de la variable se presentan en una columna, dependiendo del tipo de variable, y en las columnas siguientes se muestran distintos tipos de frecuencias asociadas a esos valores.

4.5.3. Análisis de correlación

Se realizó un análisis de correlación para ver si existe relación entre las poblaciones de mosca de la fruta y las variables climatológicas evaluadas.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Proporciones de capturas del complejo mosca de la fruta (*Ceratitis capitata* y *Anastrepha spp*) en Nicaragua

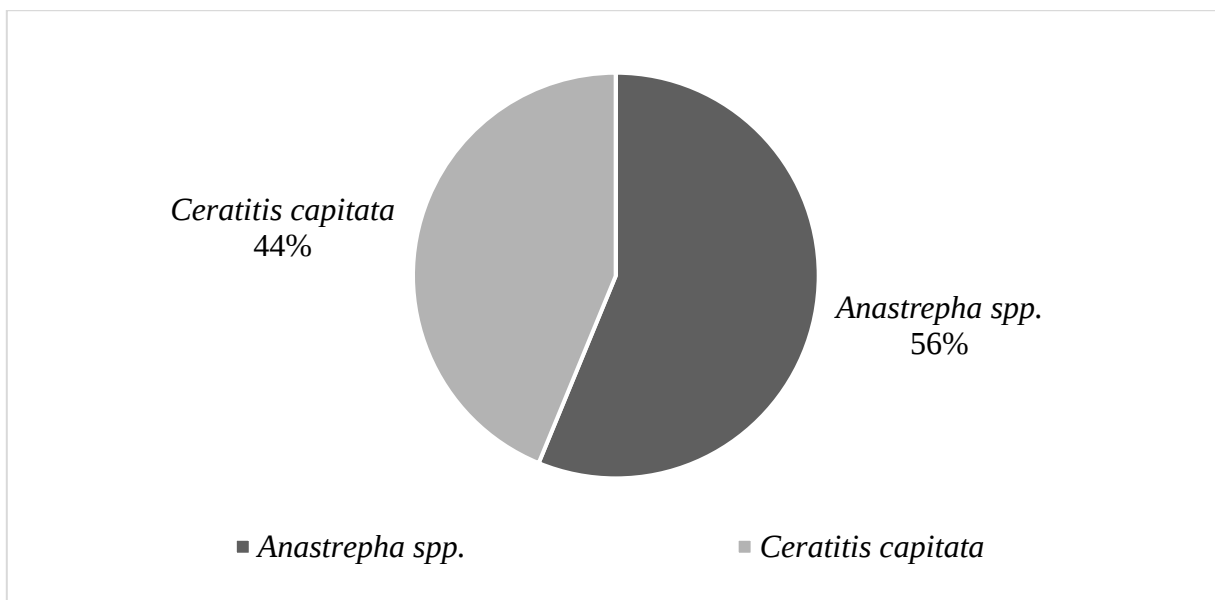


Figura 2. Proporción total de moscas pertenecientes al complejo mosca de la fruta en Nicaragua periodo 2018-2023.

Los resultados generales obtenidos a través del sistema de vigilancia fitosanitaria en Nicaragua durante el periodo comprendido de 2018 a 2023: demuestran la presencia de dos géneros pertenecientes al complejo mosca de la fruta (*Anastrepha spp.* y *Ceratitis capitata*). El 56% de las capturas pertenece a *Anastrepha spp.* y el 44% a *Ceratitis capitata*, también esta información nos revela la ausencia de otras especies de moscas pertenecientes al complejo, las cuales, de haberse encontrado, serían una barrera fitosanitaria a nuestras exportaciones como el género *Bactrocera spp.*

Al realizar el conteo total se logró la captura de un total de 50,237 moscas, de las cuales 28,240 pertenecieron a *Anastrepha spp.* y 21,997 a *Ceratitis capitata*. Lo que coincide con los datos publicados por el Instituto de Protección y Sanidad Agropecuaria IPSA (2014) que revelan la presencia de únicamente los géneros *Anastrepha spp.* y *Ceratitis capitata* en Nicaragua, igualmente declaró libre de moscas cuarentenadas de las especies, *Bactrocera cucurbitae* y

Bactrocera dorsalis. A continuación, se detallará por departamento el conteo total de moscas de la fruta realizado.

Cuadro 3. Conteo general y proporciones de moscas de la fruta en departamentos de Nicaragua periodo 2018 a 2023.

Departamento	FA <i>Anastrepha</i> <i>spp.</i>	% <i>Anastrepha</i> <i>spp.</i>	FA <i>Ceratitis</i> <i>capitata</i>	% <i>Ceratitis</i> <i>capitata</i>	Suma Depto.	% Depto.
Carazo	1089	3.86	6434	29.25	7523	14.97
Nueva Segovia	6238	22.09	916	4.16	7154	14.24
Masaya	1953	6.92	5178	23.54	7131	14.19
León	3602	12.75	2967	13.49	6569	13.08
Managua	2933	10.39	1054	4.79	3987	7.94
Jinotega	1188	4.21	1451	6.60	2639	5.25
RACS	2310	8.18	291	1.32	2601	5.18
Chinandega	142	0.50	2416	10.98	2558	5.09
Estelí	2245	7.95	155	0.70	2400	4.78
Matagalpa	874	3.09	645	2.93	1519	3.02
Madriz	1311	4.64	3	0.01	1314	2.62
Chontales	1225	4.34	0	0.00	1225	2.44
Granada	821	2.91	250	1.14	1071	2.13
RACN	1014	3.59	55	0.25	1069	2.13
Río San Juan	609	2.16	0	0.00	609	1.21
Boaco	448	1.59	4	0.02	452	0.9
Rivas	238	0.84	178	0.81	416	0.83
Total	28,240	100%	21,997	100%	50237	100%

FA= Frecuencia absoluta, Suma Depto.= suma por departamento

En el cuadro 3, se presentan los resultados obtenidos a través del programa de vigilancia fitosanitaria de 17 departamentos de Nicaragua durante el periodo comprendido 2018-2023, evidenciando que los departamentos que tienen mayor presencia de moscas de ambos géneros son Carazo, Nueva Segovia, Masaya y León. También se puede destacar la ausencia de capturas del género *Ceratitis capitata* en los departamentos de Río San Juan y Chontales y muy baja incidencia en departamentos como Madriz y Boaco con 3 y 4 individuos respectivamente capturados en el periodo del estudio, por otro lado, se puede también apreciar que el género *Anastrepha spp.* presentó capturas en los 17 departamentos del país, mientras que *Ceratitis capitata* hubo capturas en 15.

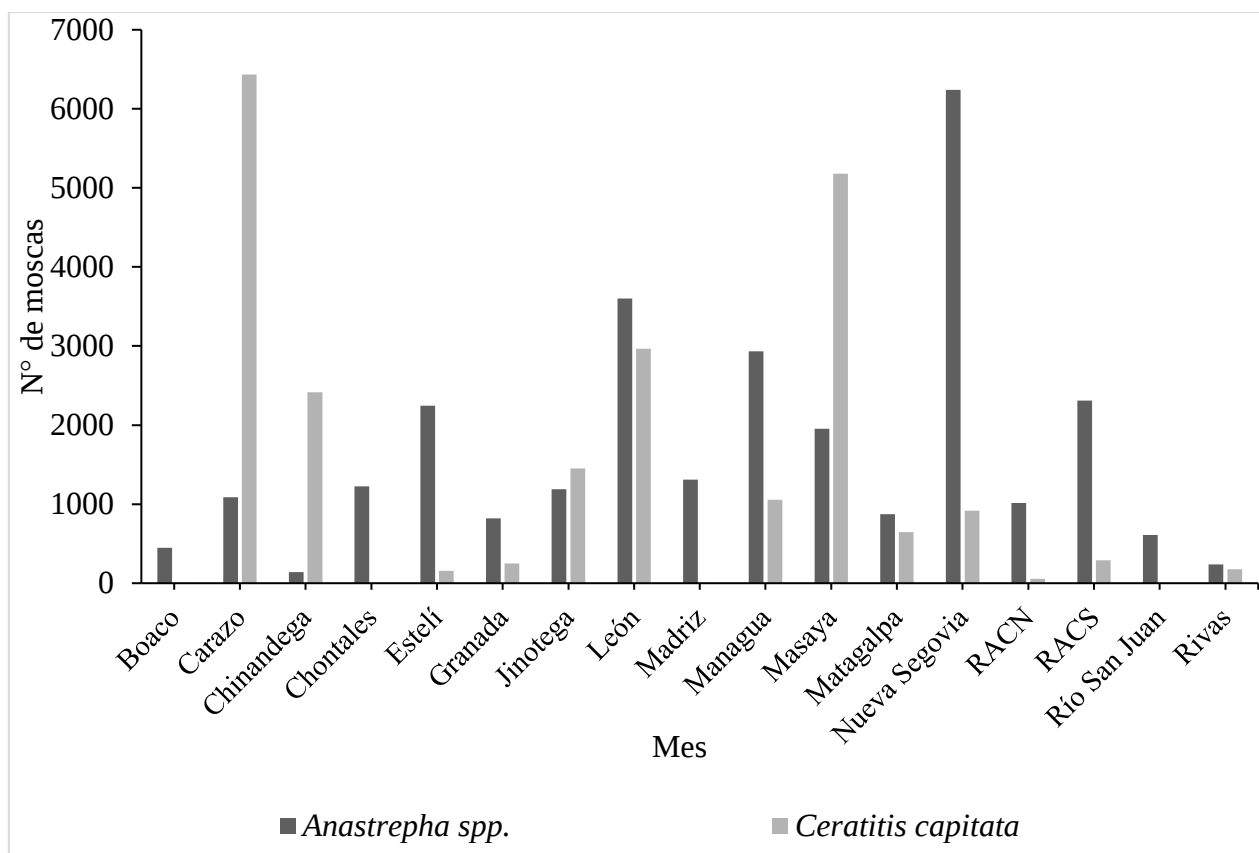


Figura 3. Número de moscas totales capturadas por departamento de 2018 a 2023.

En la Figura 3 se detallan los resultados obtenidos a través del sistema de vigilancia fitosanitaria, al revisar por departamento podemos observar la presencia de únicamente dos géneros de moscas de la fruta, véase que los departamentos que presentaron mayor presencia de moscas fueron Carazo, León, Masaya, Managua y Nueva Segovia, pero si analizamos por género podemos ver que los mismos se presentaron en diferentes cantidades por cada departamento, en Carazo, Chinandega, Jinotega y Masaya Predomina el género *Ceratitis capitata*, mientras que en los departamentos de Boaco, Chontales, Estelí, Granada, León, Madriz, Managua, Matagalpa, Nueva Segovia, RACN, RACS, Río San Juan y Rivas predomina el género *Anastrepha spp.*

El departamento con mayor incidencia general de moscas incluyendo ambos géneros fue Carazo con 7,523, mientras que el departamento con menor presencia de moscas fue Rivas con la captura de 416 moscas durante el periodo evaluado.

El promedio general de moscas por departamento fue de 1,293.96, los departamentos que estuvieron arriba de esta media general fueron Carazo, Nueva Segovia, Masaya, León, Managua Jinotega, RACS, Chinandega, Estelí, Matagalpa y Madriz. Esto coincide con los datos publicados por Saldaña (2018) que reportó las mayores capturas de ejemplares de mosca de la fruta en los departamentos de Carazo, Jinotega y Nueva Segovia.

Según un estudio de Carrasco (2015), estas regiones del país presentan una abundancia de hospederos durante todo el año. El autor también señala que las condiciones ambientales en estas áreas (temperatura y precipitación) son propicias para la proliferación de estas moscas. Esto se ve agravado por las malas prácticas de algunos productores, quienes dejan sin tratamiento los frutos afectados por las larvas de la mosca de la fruta, lo que permite que la plaga persista en las zonas de producción durante todo el año.

5.1.1. Número de especímenes por tipo de trampa y atrayente

Cuadro 4. Cantidad de moscas de la fruta capturados por año, tipo de trampas y atrayentes utilizados.

Año	MLT-3C	MLT-CP	TJ-TML	TJ-CUE	TJ-ME
2018	2	7521	3113	0	0
2019	0	7525	7954	0	0
2020	4	3798	2159	0	0
2021	22	3695	1375	0	0
2022	200	2778	2050	0	0
2023	359	6774	908	0	0
Total	587	32091	17559	0	0

MLT-3C= Trampa Mc Phail Acetato de amonio (AA) + putrescina (Pt) + trimetilamina (TMA); MLT-CP= Tampa Mc Phail Multilure con cebo proteico; TJ-CUE=Trampa Jackson cuelure; TJ-ME = Trampa Jackson Methil eugenol; TJ-TML= Trampa Jackson con Trimedlure

Resultados obtenidos de los tipos de trampas y atrayentes usados para realizar las capturas de mosca de la fruta en la investigación, también podemos apreciar los seis años de monitoreo y las capturas de mosca, obsérvese que la trampa con mayor número de ejemplares capturados es MLT-CP (Tampa Mc Phail Multilure con cebo proteico) con 32,091 capturas (64%), seguido de TJ-TML (Trampa Jackson con Trimedlure) con 17,559 capturas (35%), por último MLT-3C

(Trampa Mc Phail Acetato de amonio (AA) + putrescina (Pt) + trimetilamina (TMA)) con 587 capturas (1%).

Las trampas TJ-CUE (Trampa Jackson cuelure) y TJ-ME (Trampa Jackson Methil eugenol) no presentaron capturas ya que las mismas se instalan con la finalidad de capturar moscas cuarentenarias como *Bactrocera dorsalis* y *cucurbitae*. Esto coincide con los datos revelados a través del programa de vigilancia fitosanitaria, desarrollado por el IPSA en el que declara a Nicaragua libre de los géneros *Bactrocera spp.*

Carrasco, (2015) encontró variaciones al evaluar trampas para capturar moscas de la fruta en Nicaragua, originadas por las diferencias que los atrayentes muestran respecto a la capacidad de atracción en relación con machos y hembras de moscas del mediterráneo.

El mismo autor encontró resultados similares al determinar que las mayores capturas de mosca de la fruta se encontraron en las trampas Tephritrap (TFC), las cuales contenían atrayente con cebo proteico.

Juárez et al., (2021) en una investigación determinó que Ceratrap (atrayente con cebo proteico) capturó la mayor cantidad de hembras de *Anastrepha spp.*, siendo *Anastrepha obliqua* y *Anastrepha striata* las especies con mayores especímenes capturados.

En cuanto al tipo de trampa, Zamora, (2023) de igual manera coincidió en su estudio en que las mayores capturas registradas pertenecían a las trampas McPhail con Torula con un promedio de (28.67%) insectos por trampa, seguido de capturas a través de trampas Jackson con Trimedlure con promedios de (17.67%) insectos capturados por trampa, lo que confirma la información presentada en este ensayo.

5.2. Influencia de las temperaturas sobre las poblaciones de especies del complejo de moscas de la fruta (*Ceratitis capitata* y *Anastrepha spp*) en Nicaragua

Factores abióticos como las condiciones climáticas y factores bióticos como la disponibilidad de alimento y presencia de enemigos naturales afectan de manera significativa las poblaciones de insectos, por ello es de gran importancia tener un entendimiento de los aspectos biológicos y

ecológicos que influyen en el desarrollo y reproducción de los insectos, el cual es fundamental para crear modelos de fluctuación poblacional y planificar estrategias de control biológico o implementar métodos de manejo integrado de plagas. (Aluja, 1993).

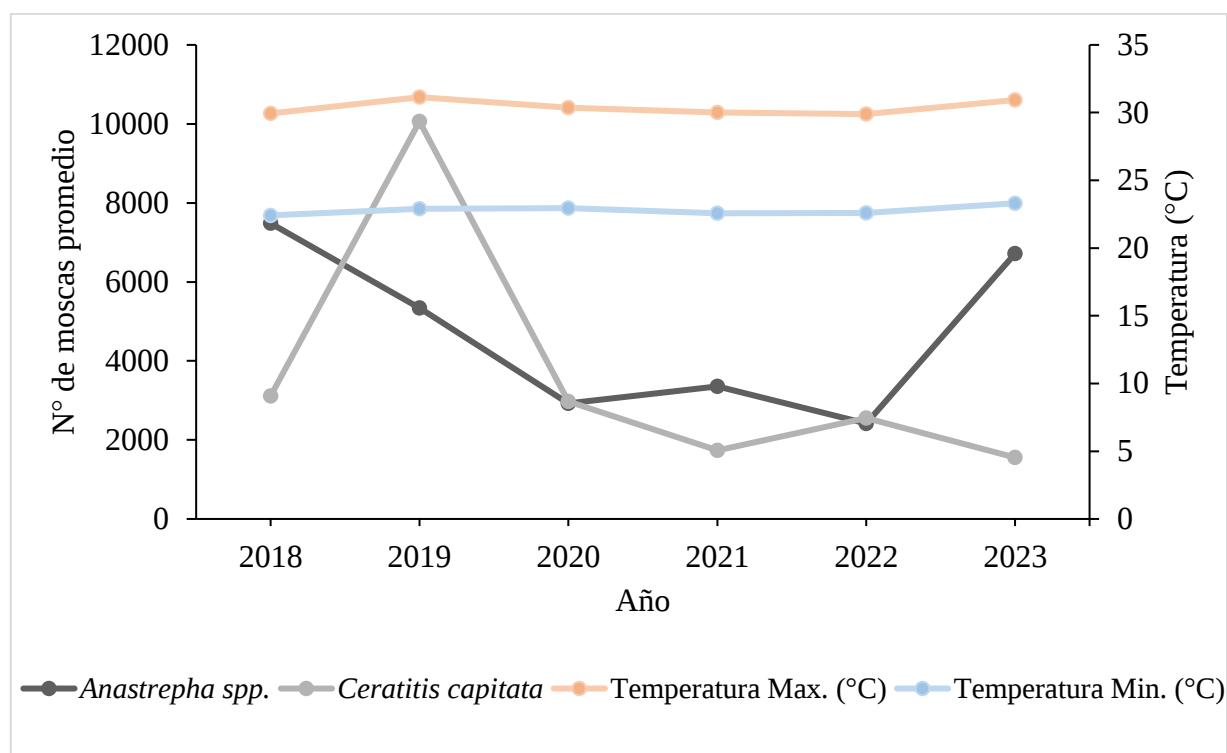


Figura 4. Poblaciones de moscas de la fruta y temperaturas máximas y mínimas promedio en el periodo 2018 a 2023.

En la Figura 4 se evidencian los resultados de las temperaturas máximas y mínimas anuales promedio y las poblaciones de moscas pertenecientes al complejo mosca de la fruta en Nicaragua de 2018-2023, observándose la manera en la que fluctúan por año tanto las poblaciones de mosca como las temperaturas, véase que las poblaciones de *Ceratitis capitata* presentaron un aumento considerable de 2018 a 2019 para posteriormente descender en los siguientes años, en el caso de *Anastrepha spp.* presentó 7,484 individuos en 2018 para luego descender en 2019, 2020, 2021, 2022 y aumentar la población en 2023 con 6,720 individuos capturados.

En cuanto a las temperaturas, se puede observar un comportamiento uniforme de las mismas al presentar 22.79 °C en promedio para temperaturas mínimas y 30.38 °C para temperaturas

máximas promedio durante los seis años del estudio, no queda clara la relación entre las variables ya que este gráfico presenta los datos agrupados por año, por lo que se considera necesario analizar los datos de manera individual por año para observar las fluctuaciones a lo largo de los meses.

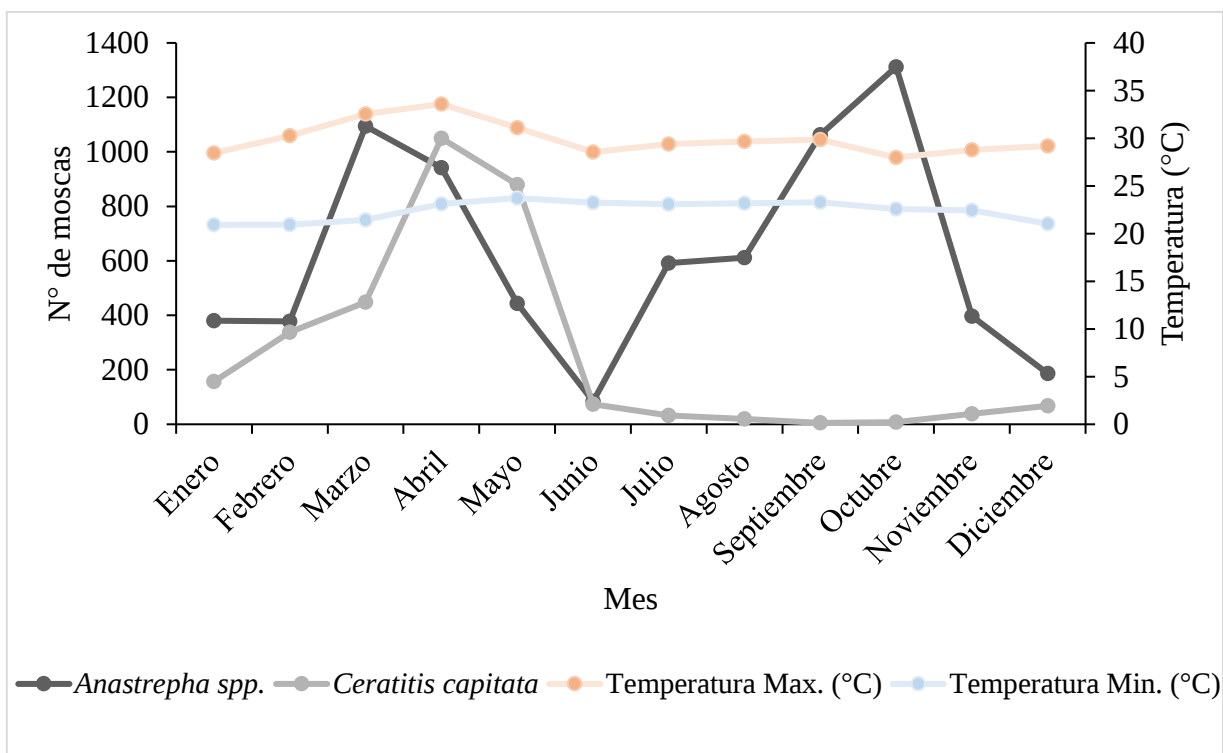


Figura 5. Poblaciones de mosca de la fruta y temperaturas máximas y mínimas promedio de 2018.

El dato más relevante en la Figura 5 en cuanto a las temperaturas máximas, los mayores registros se dieron para ese año en el mes de abril con 33.59°C en promedio, este mes coincide con los mayores registros de población de moscas del género *Ceratitis capitata*, ya que posteriormente a lo largo del año sus poblaciones descenderían hasta presentar capturas no mayores a 50 individuos en los meses de junio a diciembre, mientras que para el género *Anastrepha spp.* las poblaciones aumentarían en los meses de la época lluviosa, si observamos las temperaturas mínimas variaron en menor grado, manteniendo en promedio a lo largo del año de 22.41 °C, no se puede determinar si existe relación entre las mismas y las poblaciones de moscas de la fruta.

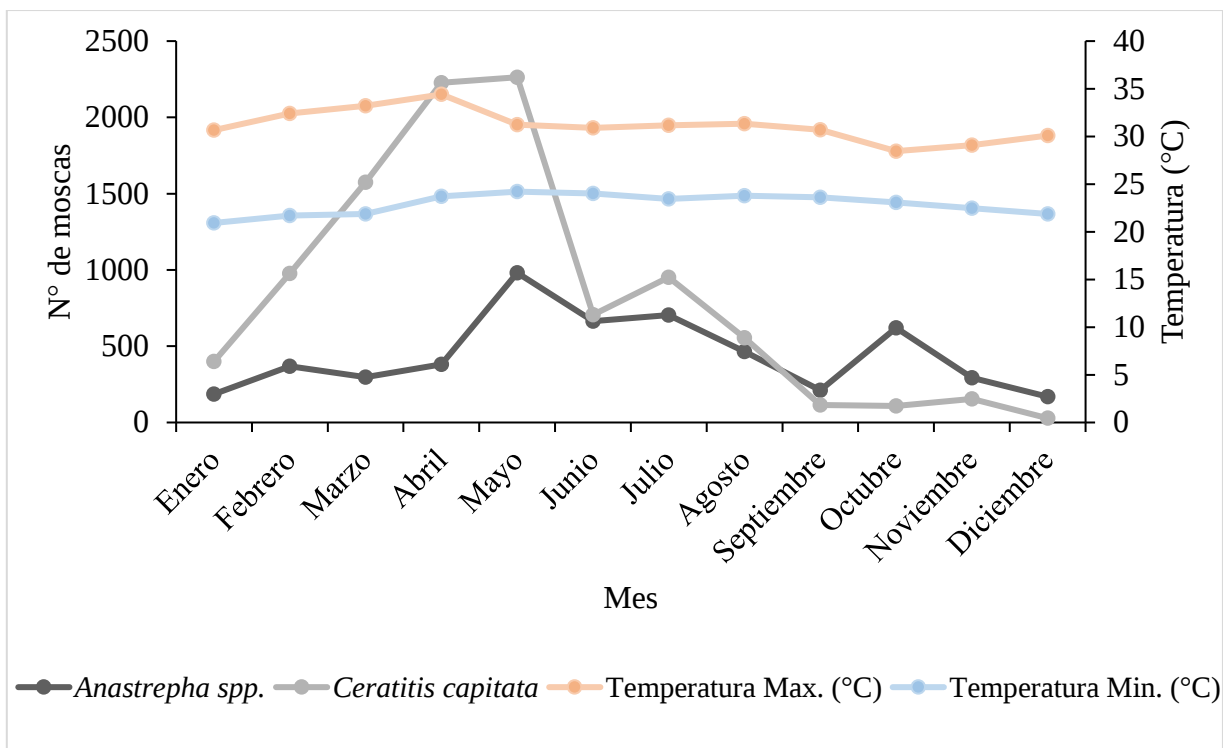


Figura 6. Poblaciones de mosca de la fruta y temperaturas máximas y mínimas promedio de 2019.

En la Figura 6 se acentúan los resultados del registro de las capturas de moscas de la fruta en Nicaragua y las temperaturas máximas y mínimas del año 2019, obsérvese que para ese periodo, las temperaturas mínimas variaron muy poco ($\pm 1.08^{\circ}\text{C}$) y no se observa patrón de relación entre las mismas con las capturas de moscas, mientras que las temperaturas máximas sí presentaron mayores variaciones ($\pm 1.64^{\circ}\text{C}$) y de igual manera no se observan patrones que nos indiquen relación directa entre las variables que presenta la gráfica.

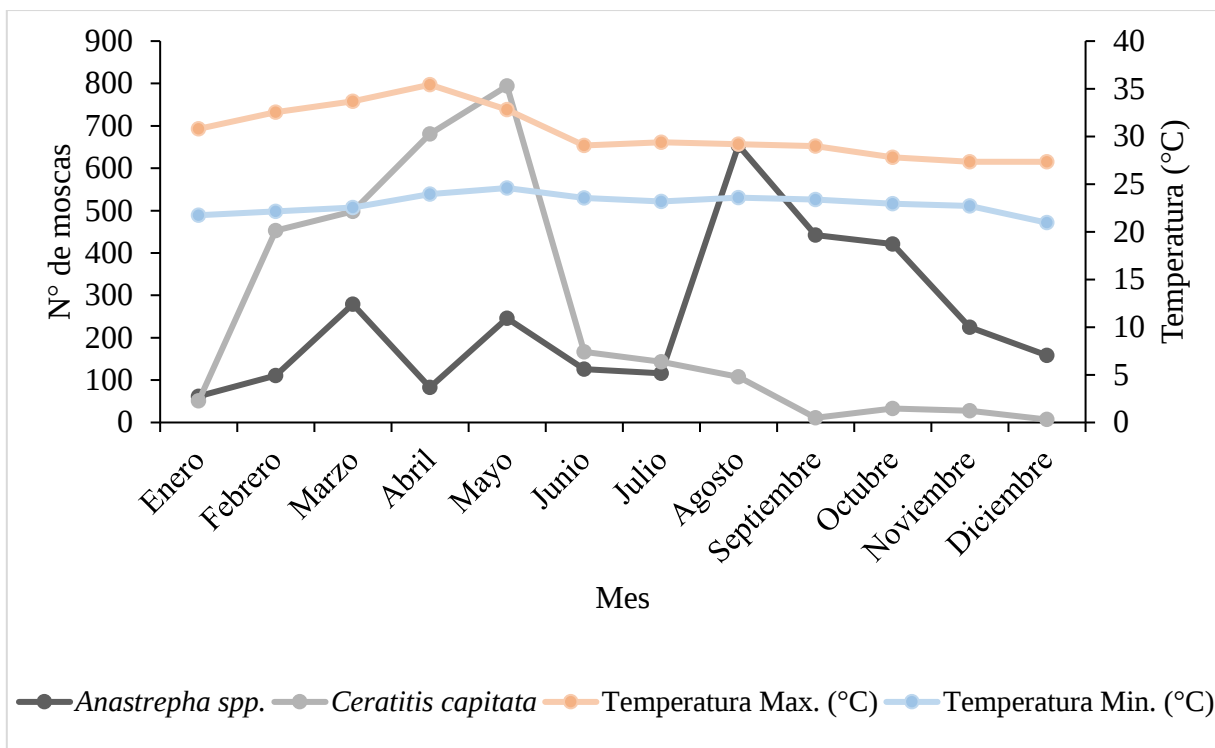


Figura 7. Poblaciones de mosca de la fruta y temperaturas máximas y mínimas promedio de 2020.

En la Figura 7 se destacan los resultados de las temperaturas máximas y mínimas promedio de 2020 y las capturas de moscas de la fruta durante ese año, las temperaturas mínimas de este año presentaron menor variabilidad respecto a los otros años incluidos en la investigación ($\pm 1^{\circ}\text{C}$), mientras que las temperaturas máximas fueron también las que presentaron mayor dispersión respecto a los otros años estudiados ($\pm 2.67^{\circ}\text{C}$), al igual que las figuras analizadas previamente no se observa que las mismas tengan relación con el aumento o disminución de las capturas de moscas de la fruta en el país.

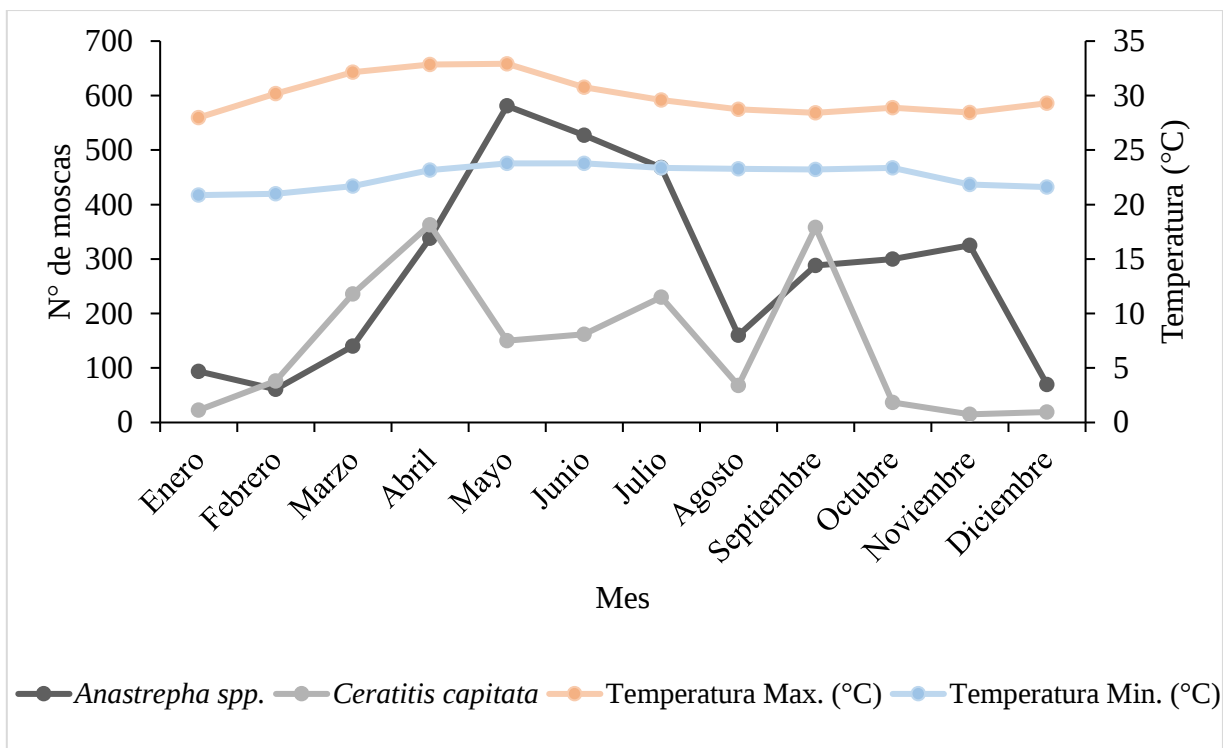


Figura 8. Poblaciones de mosca de la fruta y temperaturas máximas y mínimas promedio de 2021.

En la Figura 8 se muestran los resultados de las temperaturas máximas y mínimas promedio de 2021 y las capturas de moscas de la fruta en Nicaragua, obsérvese como las temperaturas tanto máximas como mínimas fluctúan en el tiempo, de acuerdo con las épocas seca y lluviosa, la temperatura máxima presentó los valores más altos en los meses de marzo, abril y mayo, mientras que la temperatura mínima registró sus valores bajos en el mes de enero, febrero, noviembre y diciembre, si observamos los valores de captura de moscas, veremos que los meses de mayor temperatura coincidieron con los meses en los que ambos géneros presentaron mayores valores de capturas de moscas.

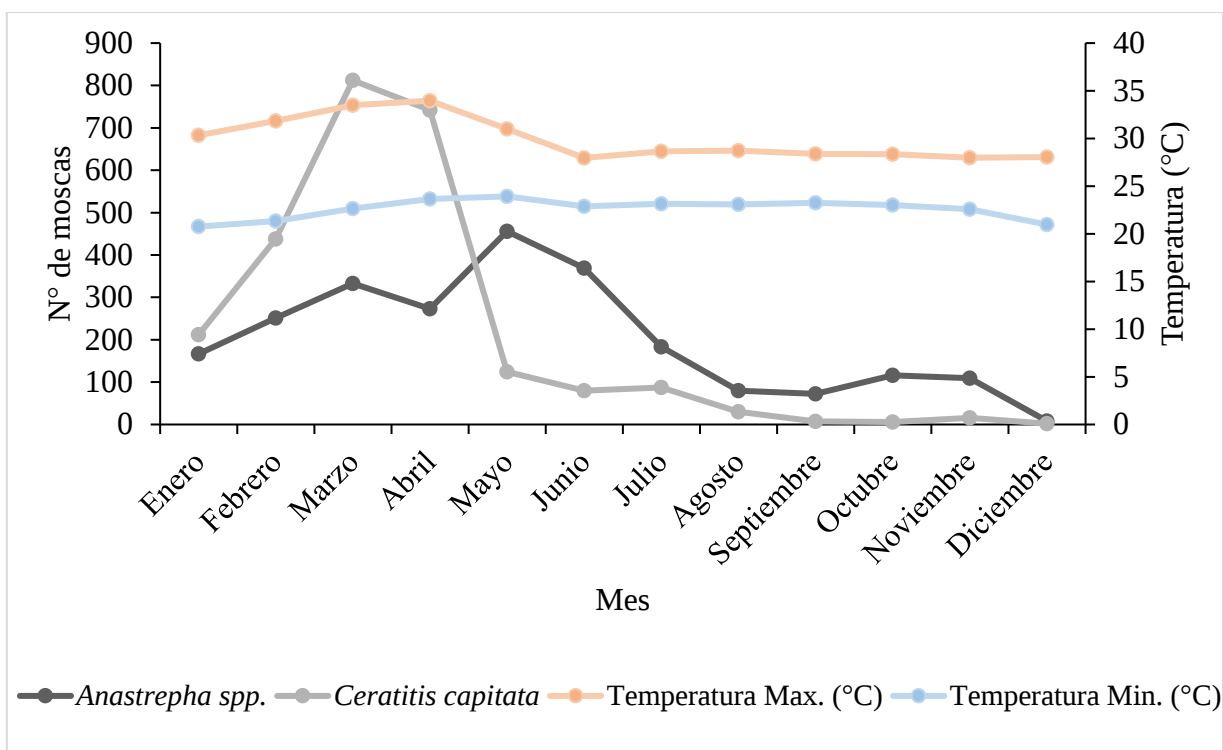


Figura 9. Poblaciones de mosca de la fruta y temperaturas máximas y mínimas promedio de 2022.

En la Figura 9, se detallan, los datos obtenidos al registrar las capturas de moscas de la fruta y las temperaturas promedio máximas y mínimas de 2022, en ella se puede apreciar que las temperaturas máximas presentaron mayor variación a lo largo del año con una media de 29.89 °C y $\pm 2.29^{\circ}\text{C}$ de desviación, los meses de mayor temperatura promedio fueron enero, febrero, marzo y abril, dichos meses coincidieron con los meses donde se registraron las mayores capturas de moscas de ese género en ese año, a partir de mayo tanto las poblaciones de moscas de la fruta como las temperaturas máximas tendieron a bajar hacia los últimos meses del año.

En cuanto a las temperaturas mínimas se puede destacar mayor grado de uniformidad respecto a lo presentado por las temperaturas máximas, la temperatura mínima promedio anual fue de 22.60°C con ± 1.03 de desviación estándar, esta presenta un patrón de poca relación con las capturas de moscas de la fruta.

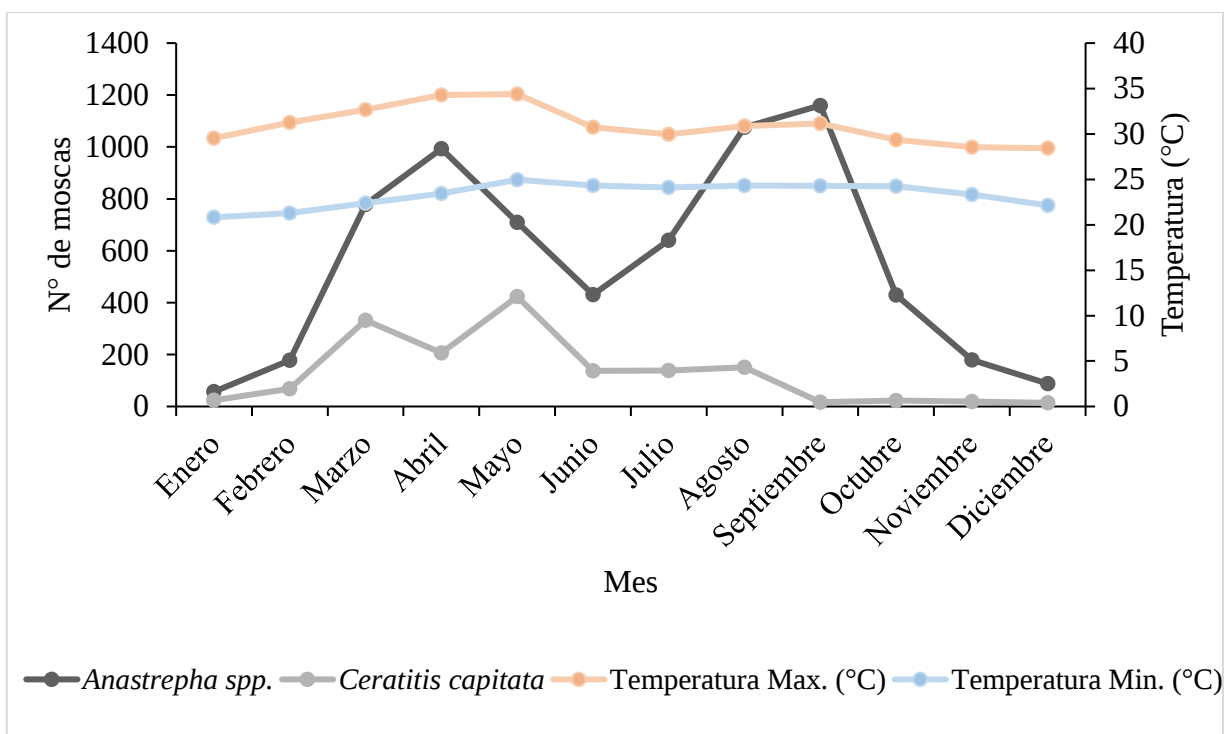


Figura 10. Poblaciones de mosca de la fruta y temperaturas máximas y mínimas promedio de 2023

En la Figura 10 se agrupan los resultados de las capturas de mosca de la fruta y temperaturas máximas y mínimas promedio registradas durante el año 2023, nótese que cuando las temperaturas tanto máximas como mínimas presentaron los mayores valores promedios coincidieron con los mayores valores de capturas de moscas del género *Ceratitits capitata*, los meses que registraron temperaturas promedio más altas fueron marzo, abril y mayo con 32.67, 34.30 y 34.39°C respectivamente, mientras que los meses que presentaron temperaturas promedio más bajas fueron diciembre, enero y febrero con 22.13, 20.83 y 21.31 °C respectivamente.

De igual forma se observa cierto grado de asociación entre las temperaturas y la fluctuación de las capturas de mosca de la fruta del género *Anastrepha* spp. ya que los picos de captura aumentaron en la medida en que la temperatura máxima aumentaba tanto en los meses de época seca como en los de época lluviosa, la finalidad de los gráficos es representar de manera visual si entre las variables existe algún tipo de patrón que nos indique relación entre las mismas.

El factor temperatura evaluado en esta investigación, a través de las representaciones gráficas, no dejó clara la existencia de relación fuerte entre las poblaciones de moscas y las temperaturas tanto máximas como mínimas, sin embargo, en algunos años a lo largo de los meses se observaron algunas tendencias, las cuales posiblemente indiquen algún grado de relación entre las variables sobre todo con el género *Anastrepha spp.*

Investigaciones de Del Pino et al., (1996) revelan que la temperatura influye en la puesta de huevos y el crecimiento de las larvas de la mosca del mediterráneo (*Ceratitis capitata* Wied.). Los autores señalan que la oviposición disminuye considerablemente e incluso se detiene por completo ante caídas bruscas de temperatura, lo que también afecta el desarrollo larvario, la formación de pupas y la aparición de adultos. Mejía (2005) propone que el desarrollo de un insecto depende de la acumulación de calor. A mayor temperatura, este proceso se acelera, permitiendo que el insecto complete más ciclos de vida en un año.

Según Henríquez (2000), las temperaturas superiores a 25°C provocan un aumento significativo en la cantidad de moscas del Mediterráneo adultas, alargando su período de vuelo. El autor explica que el incremento de la temperatura acelera la diapausa en la etapa de pupa, lo que resulta en una mayor presencia de moscas adultas en el vuelo.

Zamora (2023) manifestó que las condiciones climáticas son factores importantes en el comportamiento de las especies insectiles, también presentó qué condiciones climáticas registradas durante el periodo de evaluación indicaron que los meses donde se presentaron las mayores temperaturas fueron; marzo, abril y mayo, llegando a disminuir en los meses siguientes, observando que existió relación positiva entre el momento de captura de ambos géneros y las temperaturas registradas ya que a mayor temperatura, las capturas fueron mayores.

5.2.2. Correlación entre poblaciones de moscas de la fruta (*Ceratitis capitata* y *Anastrepha spp.*) y la temperatura

“Es común en las Ciencias Biológicas buscar relaciones entre variables y cuantificar la magnitud de estas asociaciones. Cuando las variables que queremos relacionar son cuantitativas el método estadístico más usado es el análisis de correlación” (Balzarini et al., 2011).

En el Cuadro 5 se puntualizan los coeficientes de correlación de Spearman entre variables climatológicas y las poblaciones de moscas de la fruta (*Ceratitis capitata* y *Anastrepha* spp) a las variables en cuestión se les procedió a realizar el test de normalidad de los datos y se constató que los mismos no contaban con distribución normal (Anexo 1) por lo cual, se procedió a realizar la prueba estadística coeficiente de correlación de Spearman, la cual según Balzarini et al., (2011) es una medida no paramétrica de asociación basada en rangos, que puede ser usado para variables discretas o continuas no necesariamente normales.

Cuadro 5. Correlación entre poblaciones de moscas de la fruta (*Ceratitis capitata* y *Anastrepha* spp) y variables de clima

Variable (1)	Variable (2)	Rho Spearman	p-valor
<i>Anastrepha</i> spp.	<i>Ceratitis capitata</i>	0.29*	0.0136
<i>Anastrepha</i> spp.	Temperatura Max. (°C)	0.31**	0.0073
<i>Anastrepha</i> spp.	Temperatura Min. (°C)	0.48**	<0.0001
<i>Ceratitis capitata</i>	Temperatura Max. (°C)	0.75**	<0.0001
<i>Ceratitis capitata</i>	Temperatura Min. (°C)	0.22	0.0616
Temperatura Max. (°C)	Temperatura Min. (°C)	0.29*	0.0148

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral). * La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Según la información presentada en el cuadro 5, existe correlación entre todas las variables en estudio, sin embargo, existen diferentes grados de correlación entre las mismas. Obsérvese que las correlaciones son medias y las más altas son las encontradas entre poblaciones de *Anastrepha* spp. y la temperatura mínima (0.48 y un nivel de significancia <0.0001).

Otra correlación positiva y alta para destacar es la existente entre poblaciones de *Ceratitis capitata* y la temperatura Máxima (0.75 y un valor de $p = <0.0001$). Vargas y Carey (1989) estudiaron poblaciones de moscas del mediterráneo (*Ceratitis capitata* Wied) a partir de huevos recolectados en el campo. Se observó que el comportamiento de los adultos variaba, según la temperatura a la que se exponían.

En un estudio realizado por Ros (1982), se analizaron diferentes fases del ciclo de vida de la mosca del mediterráneo (*Ceratitis capitata*) bajo distintas condiciones de temperatura. Se emplearon ecuaciones de regresión para evaluar el impacto de la temperatura en cada fase. Los resultados del estudio demostraron que la temperatura es un factor crucial que influye significativamente en el desarrollo y la reproducción de esta especie.

Conde et al., (2018) A partir de un análisis realizado con la finalidad de estimar un modelo que describiera las poblaciones de moscas de la fruta, confirmó dos periodos de mayor población en el año lo que coincide con el incremento de temperaturas y maduración de árboles frutales hospederos.

Por otro lado, coeficientes de correlación bajos fueron encontrados por Carrasco, (2015) ya que durante el período de evaluación de su estudio no se encontraron relaciones significativas en cuanto a la variable temperatura y la captura de adultos de moscas de la fruta.

En síntesis, se puede decir que existe correlación entre la variable de clima estudiada y las capturas de mosca de la fruta, sin embargo, estas mostraron coeficientes de correlación bajos; exceptuando a *C. capitata* con las temperaturas máximas, posiblemente se deba a que las fluctuaciones poblacionales que se dan en moscas de la fruta de ambos géneros no se deban únicamente a estas variables, sino que pueden existir otros factores tanto bióticos como abióticos que pueden influir en las poblaciones de estos insectos.

5.2.3. Frecuencia de capturas respecto al hospedero

Como se mencionó anteriormente las trampas se establecieron en especies de cultivos diferentes, los cuales ayudarían a determinar la preferencia de hábito alimenticio o refugio por algunos de los géneros en cuestión.

En el Cuadro 6, se muestran, los datos de los cultivos donde se establecieron las trampas para levantar la información de las capturas de moscas, pertenecientes al complejo mosca de la fruta en Nicaragua del periodo comprendido de 2018 a 2023, en él se observa que las mayores capturas se dieron en árboles frutales (62.06%), en este cuadro se hace referencia a frutales como cultivos donde no se pudo hacer posible la especificación del cultivo en cuestión, dentro de esta categoría existen capturas en traspatio, bordes de carretera, bordes fronterizos, seguido de naranja (*Citrus sinensis*) 22.83%, aguacate (*Persea americana* Mill.) 7.19%, mango (*Mangifera indica*. L) 3.51%, y guayaba criolla (*Psidium guajava* L.), los demás cultivos presentaron menos del 1% en la incidencia general de las capturas de moscas de la fruta.

Cabe destacar que la presencia de algunos cultivos que forman parte de esta lista a pesar de haberse llevado a cabo la captura en estos, no siempre las moscas de la fruta encuentran alimento o refugio, sino que el mismo funciona como un lugar ideal para instalar las trampas.

Cuadro 6. Frecuencia de capturas de moscas de la fruta respecto al cultivo hospedero en el que se instaló la trampa.

Clase	Cultivo	FA	%	Clase	Cultivo	FA	%
1	Frutales	31178	62.06	17	Bosque	8	0.02
2	Naranja	11471	22.83	18	Papaya	6	0.01
3	Aguacate	3614	7.19	19	Almendro	2	0.00
4	Mango	1764	3.51	20	Sandía	2	0.00
5	Guayaba criolla	1005	2.00	21	Cacao	0	0.00
6	Mandarina	460	0.92	22	Chile	0	0.00
7	Pitahaya	255	0.51	23	Chile Habanero	0	0.00
8	Café	167	0.33	24	Guaba	0	0.00
9	Limón	144	0.29	25	Guayaba De Fresco	0	0.00
10	Limón Tahití	74	0.15	26	Guayaba Taiwanesa	0	0.00
11	Caimito	21	0.04	27	Zapote Mico	0	0.00
12	Guanábana	18	0.04	28	Maracuyá	0	0.00
13	Plátano	16	0.03	29	Piña	0	0.00
14	Jocote	12	0.02	30	Melocotón	0	0.00
15	Mamón	11	0.02	31	Naranja Agria	0	0.00
16	Chiltoma	9	0.02				
Total		50219	99.96			18	0.04

5.3. Fluctuación poblacional del complejo mosca de la fruta (*Ceratitis capitata* y *Anastrepha spp*) en Nicaragua periodo 2018-2023

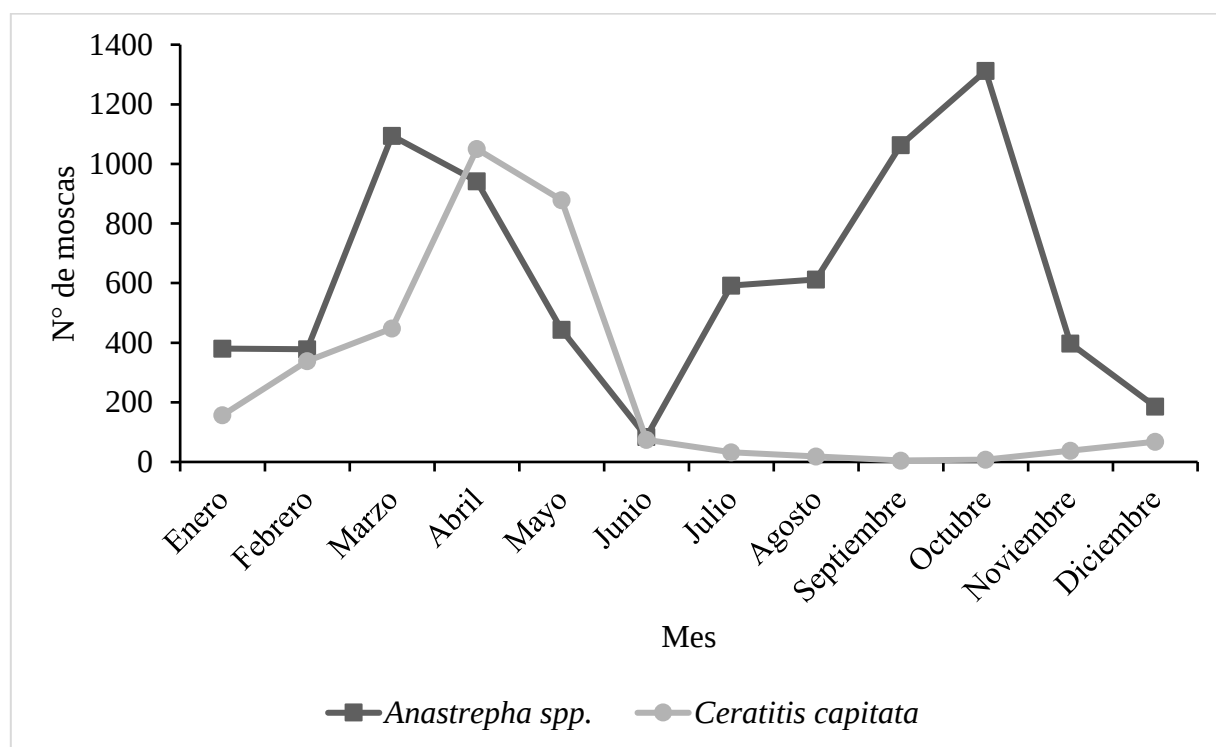


Figura 11. Fluctuación poblacional del complejo mosca de la fruta (*Ceratitis capitata* y *Anastrepha spp*) en Nicaragua año 2018.

En la Figura 11 se resalta la fluctuación poblacional de moscas de la fruta de los géneros *Ceratitis capitata* y *Anastrepha spp.* en Nicaragua en el año 2018, obsérvese que a lo largo del año ambos géneros fluctúan de manera diferente, sin embargo, en los meses de época seca ambos presentan un patrón similar de fluctuación en este año, al presentar aumentos en las capturas en los meses de marzo, abril y mayo, lo que coincide con los meses de maduración de algunos frutales hospederos como los mencionados en la discusión del acápite 5.2, también en la gráfica se puede observar la disminución en las capturas en el mes de junio, el género *Anastrepha spp.* muestra en época lluviosa su mayor pico de capturas.

Esto coincide con Ramos et al., (2019), de igual manera el mismo autor describió que al correlacionar las precipitaciones con las capturas de moscas del género *Ceratitis capitata* encontró que al aumentar las precipitaciones, las poblaciones de moscas de este género tienden

a disminuir, lo que se corroboró con este estudio ya que *C. capitata* presentó sus valores menores de capturas en los meses de época lluviosa.

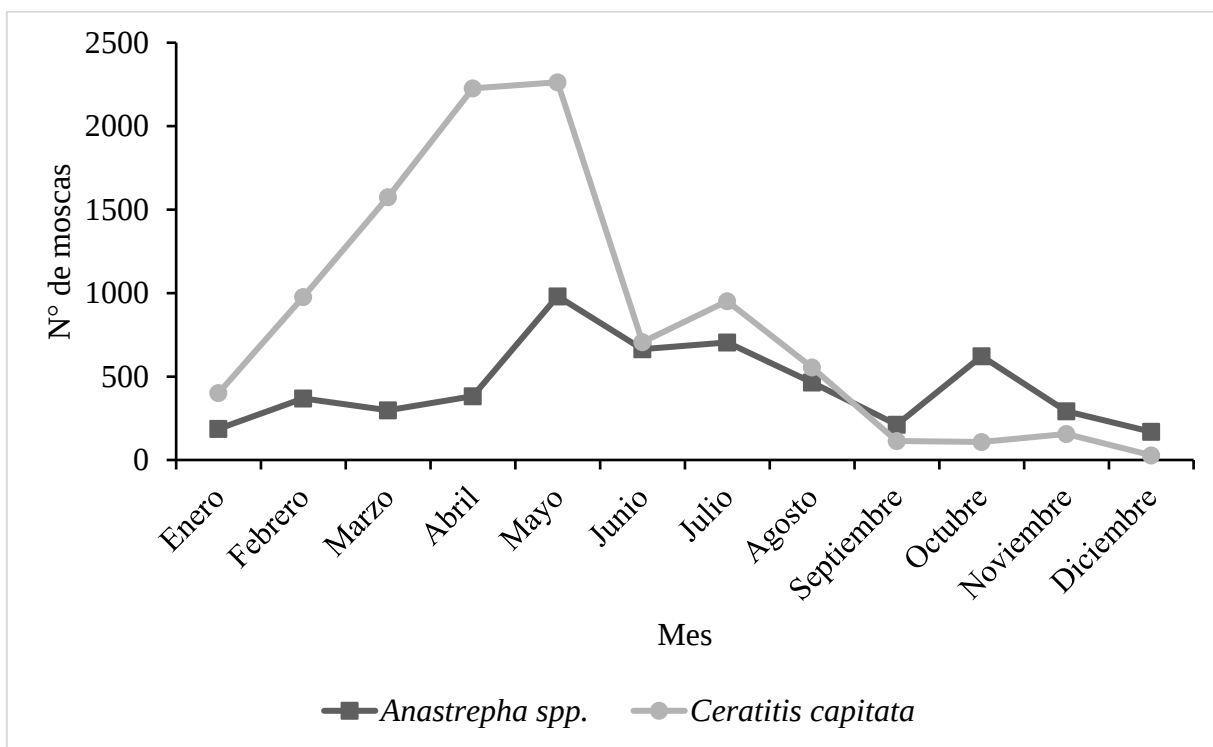


Figura 12. Fluctuación poblacional del complejo mosca de la fruta (*Ceratitis capitata* y *Anastrepha spp*) en Nicaragua año 2019.

En la Figura 12, la fluctuación poblacional de moscas de la fruta en Nicaragua durante el año 2019, si analizamos por separado ambos géneros, podemos observar que *Ceratitis capitata* en época seca presenta las mayores capturas, presentando en junio la misma disminución en sus poblaciones como en el año 2018, para luego mantener sus más bajos registros en los meses de época lluviosa similar a lo observado en el año anterior.

Si observamos el comportamiento del género *Anastrepha spp.* vemos que durante el año no presentó picos altos en la fluctuación donde el mes con mayores capturas fue mayo con 981 moscas capturadas y el mes de menor incidencia para el género fue diciembre con apenas 28.

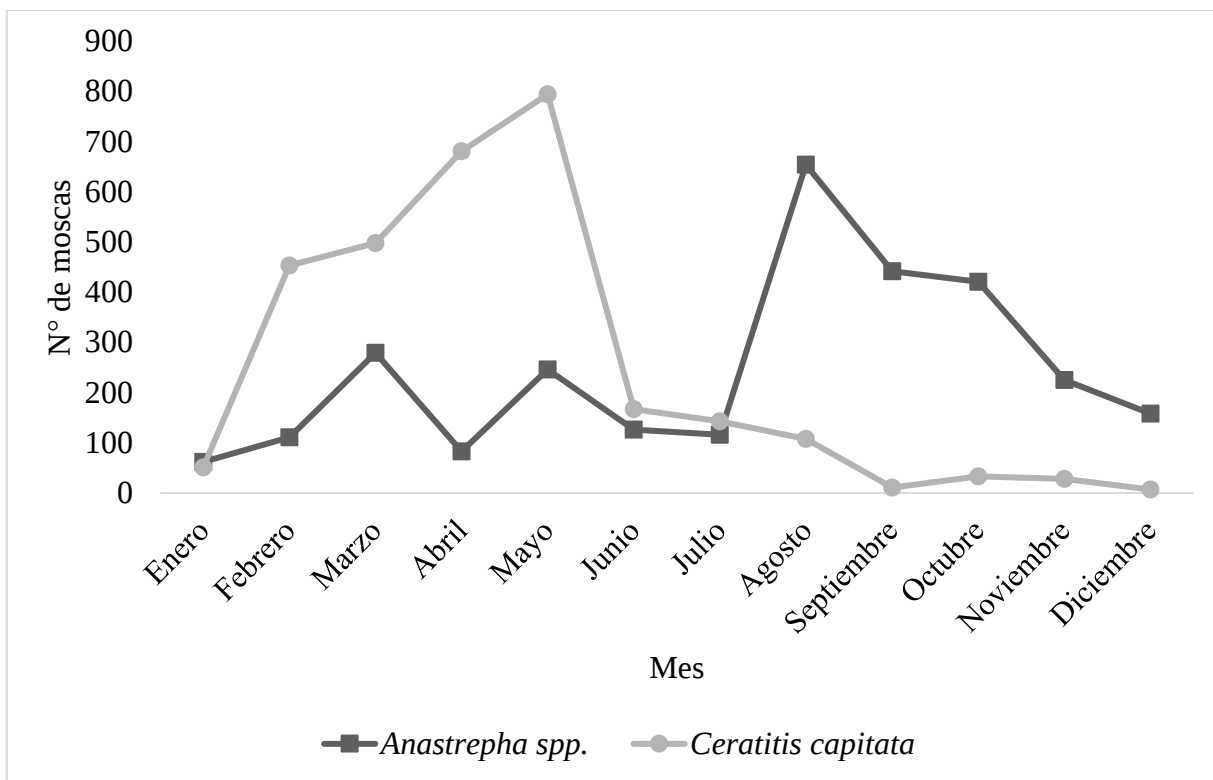


Figura 13. Fluctuación poblacional del complejo mosca de la fruta (*Ceratitis capitata* y *Anastrepha spp*) en Nicaragua año 2020

En la Figura13 se enfatizan los resultados de la fluctuación poblacional de moscas de la fruta en Nicaragua en el año 2020, nótese como ambos géneros fluctúan de manera muy distinta a lo largo del año, si observamos el género *Ceratitis capitata* presenta sus mayores registros de captura en los meses de febrero, marzo, abril y mayo coincidiendo con la época seca en Nicaragua, en junio presenta la misma descendencia poblacional mostrada en los años anteriores, para posteriormente durante el resto del año bajar la incidencia de capturas a no mayores de 110 individuos por mes.

A través de esta figura, queda evidenciado una vez más, que las poblaciones de *Ceratitis capitata* tienden a disminuir considerablemente sus poblaciones en los meses de junio a diciembre los que coinciden con los meses de mayor precipitación.

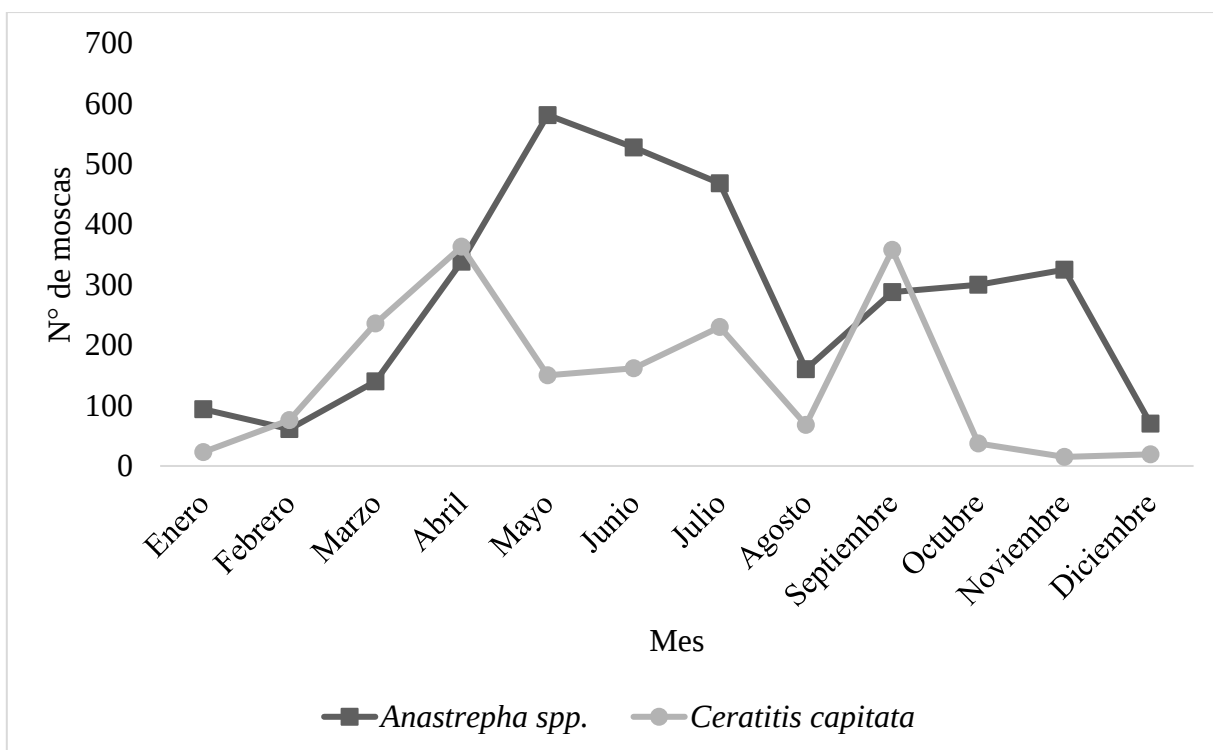


Figura 14. Fluctuación poblacional del complejo mosca de la fruta (*Ceratitis capitata* y *Anastrepha spp.*) en Nicaragua año 2021.

En la Figura14, se detallan, los registros de la fluctuación poblacional de moscas de la fruta en Nicaragua durante el año 2021, en ella podemos apreciar la manera en la que ambos géneros de moscas de la fruta fluctúan a lo largo de los meses, si nos fijamos en este año se presenta una dinámica distinta a la observada en los años anteriores, ambos géneros no presentaron la caída en los registros de capturas que en los tres años anteriores se había notado, el género *Ceratitis capitata* estuvo fluctuando irregularmente durante todo el año, los meses de menores capturas fueron enero, octubre, noviembre y diciembre con 25, 37, 15 y 9 individuos capturados respectivamente, mientras que los de mayor captura fueron marzo, abril, julio y septiembre con 236, 363, 230 y 358 especímenes.

El género *Anastrepha spp.* presentó de forma similar irregularidades en su fluctuación presentando su pico de capturas en los meses de mayo, junio y julio con 581, 527 y 468 individuos capturados respectivamente, mientras que los meses de menores capturas fueron diciembre, enero y febrero con 70, 94 y 61 individuos capturados, respectivamente.

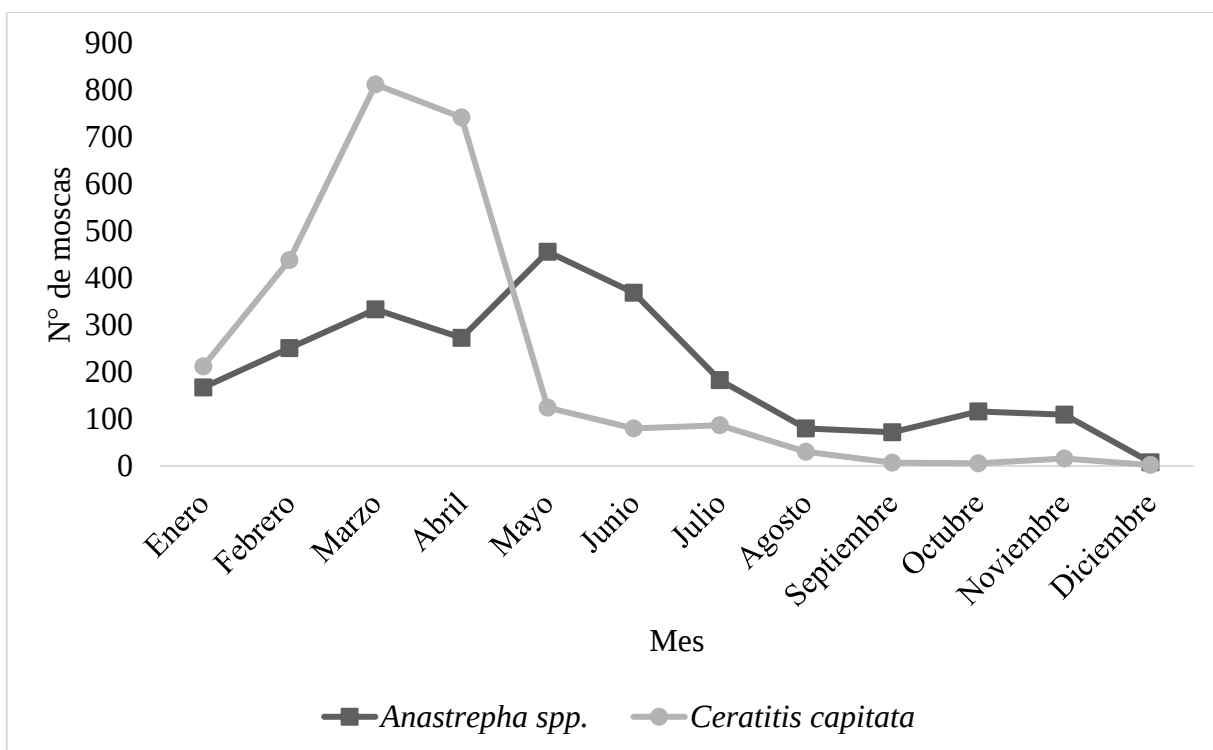


Figura 15. Fluctuación poblacional del complejo mosca de la fruta (*Ceratitis capitata* y *Anastrepha spp.*) en Nicaragua año 2022.

En la Figura15 se particularizan los resultados al registrar las capturas de moscas de la fruta en Nicaragua durante el año 2022, obsérvese que este año la tendencia presentada es muy similar a la que se presentó en el año 2019, donde ambos géneros de moscas mostraron sus mayores registros de capturas en los meses de febrero, marzo, abril y (mayo en el caso de *Anastrepha spp.*) los que coinciden con la época seca del año, mientras que ambos géneros presentaron sus menores registros de capturas en los meses de junio a diciembre.

De igual manera como en las figuras anteriores se mostró que las moscas del género *Anastrepha spp.* presentaron mayores poblaciones ante los meses de mayor precipitación esto fue encontrado por investigaciones desarrolladas por (Conde et al., (2018) y Ramos et al., (2019).

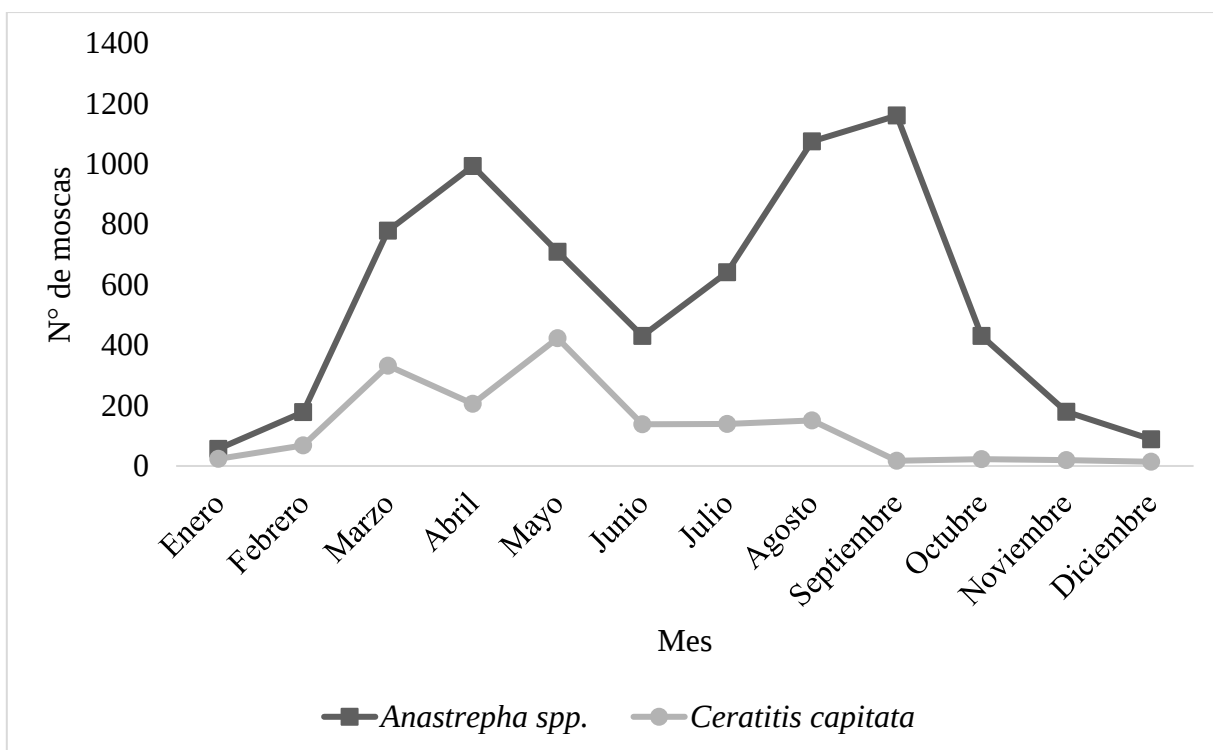


Figura 16. Fluctuación poblacional del complejo mosca de la fruta (*Ceratitis capitata* y *Anastrepha spp*) en Nicaragua año 2023.

En la Figura16 se particularizan los resultados de los registros de las capturas de moscas de la fruta (*Ceratitis capitata* y *Anastrepha spp.*) en Nicaragua durante el año 2023, véase que para ambos géneros de moscas, los meses donde se registraron las menores capturas fueron noviembre, diciembre, enero y febrero, los meses de mayor captura de moscas fueron para ambos géneros marzo, abril, mayo y agosto (septiembre y octubre para *Anastrepha spp.*), también se puede observar que ambos géneros presentan la baja en sus poblaciones en el mes de junio al igual que en los años 2018, 2019 y 2020.

También los registros de este año muestran que las moscas del género *Anastrepha spp.* aumentan sus capturas en los meses que coinciden con la época lluviosa en Nicaragua, en el caso de *Ceratitis capitata* las capturas se ven afectadas en los meses de altas precipitaciones, al igual que se ha presentado en los años anteriores, estas reducciones de población no están solamente asociadas a la presencia de precipitaciones si no a otros factores como la competencia por alimento con *Anastrepha spp.* (Conde et al., (2018).

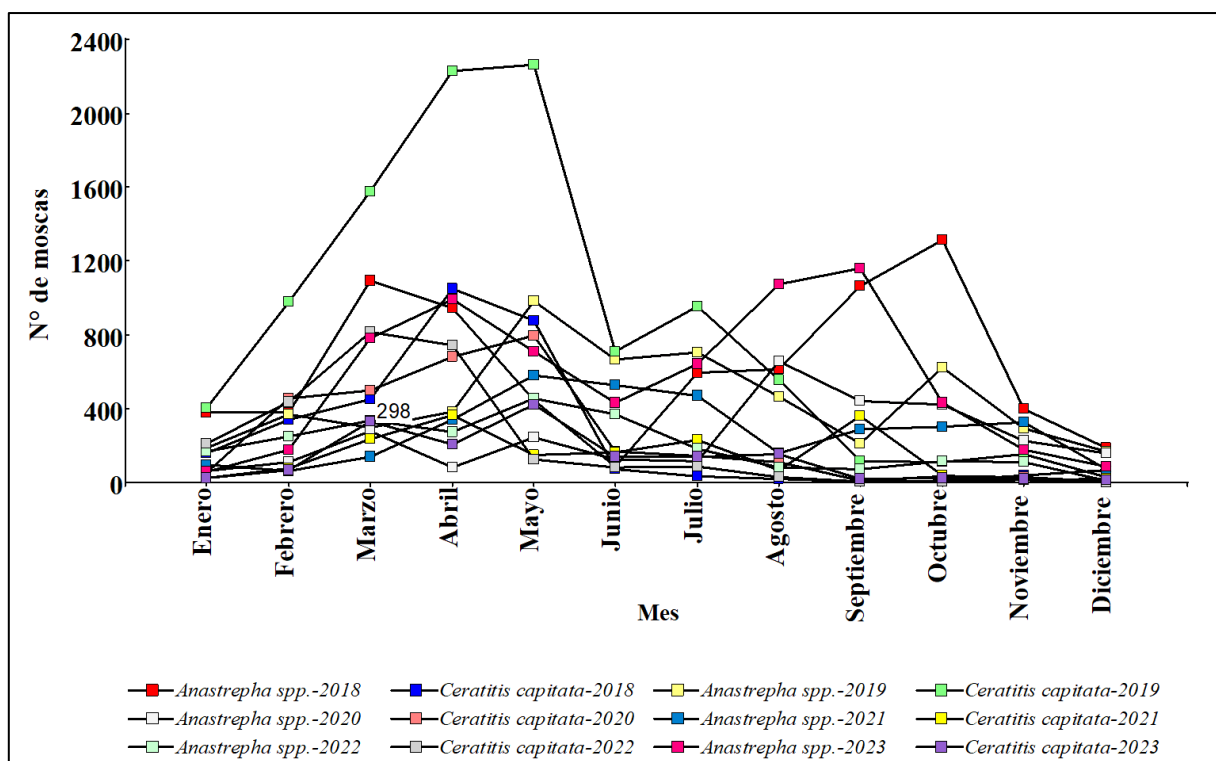


Figura 17. Fluctuación poblacional de moscas de la fruta en Nicaragua de 2018 a 2023.

En la Figura17 se especifica la fluctuación poblacional de moscas del género *Ceratitis capitata* en Nicaragua de 2018 a 2023, nótese que en el gráfico están presentes los seis años de evaluación, lo que nos hace visible la manera en la que la población de moscas de este género fluctúa a lo largo de los meses, es destacable que las mayores capturas se dan normalmente en los meses de marzo, abril y mayo, luego las capturas comienzan a descender desde junio a enero para comenzar a subir nuevamente en febrero, hay que observar que los meses de mayor incidencia coinciden con la maduración de algunos frutos hospederos como se ha discutido anteriormente, mientras que las menores capturas coinciden con los meses de mayor precipitación y transición de época lluviosa a periodo seco.

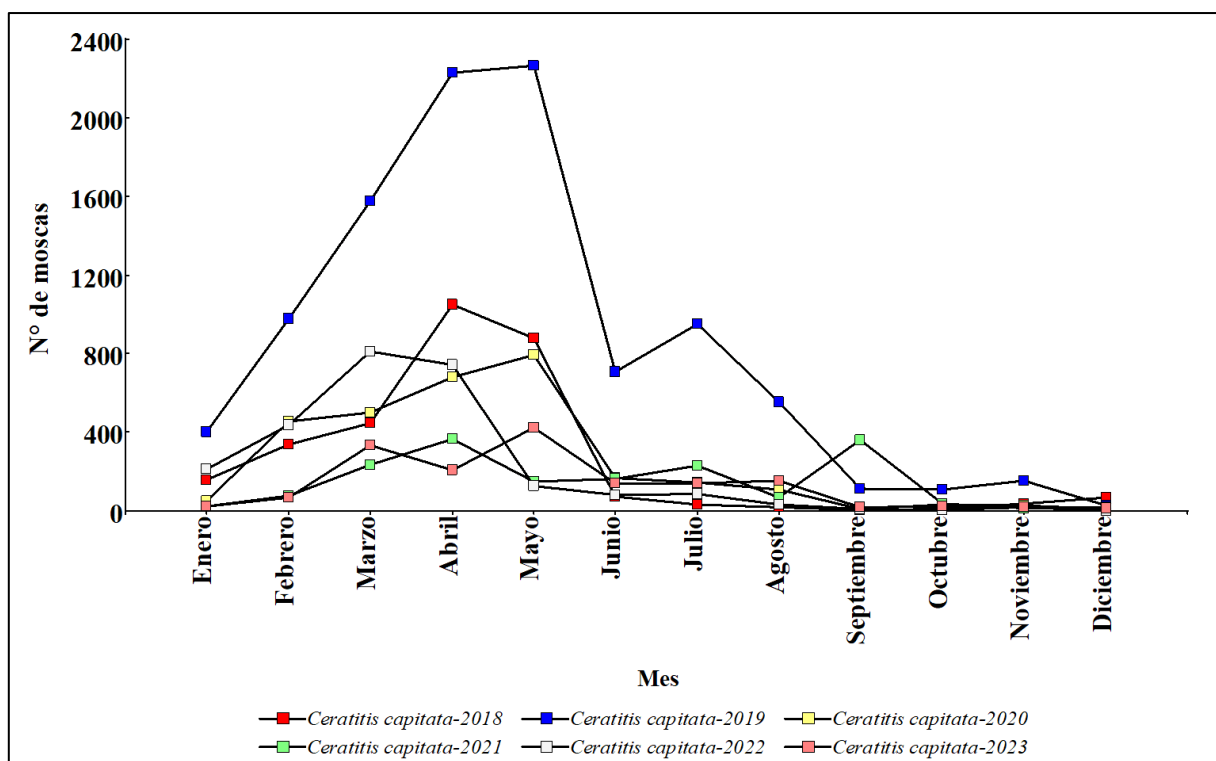


Figura 18. Fluctuación poblacional de moscas de la fruta (*Ceratitis capitata*) en Nicaragua de 2018 a 2023.

En la Figura 18 se detallan los resultados de la fluctuación poblacional de moscas de la fruta del género *Anastrepha spp.* durante el periodo comprendido de 2018 a 2023, obsérvese que los meses en los que el género presentó los menores registros de captura fueron noviembre, diciembre, enero y febrero, mientras que los meses de mayores capturas fueron marzo, abril, mayo, agosto, septiembre y octubre, también es importante destacar que en el mes de junio se presenta una decreciente muy marcada respecto a mayo, se puede observar que los meses de época lluviosa donde se presentan las mayores precipitaciones, las capturas parecen no ser afectadas, al contrario, en algunos años aumentaron en dichos periodos.

Lo anterior mencionado coincide con un estudio desarrollado por Conde et al., (2018) donde los picos más altos de poblaciones de *Anastrepha spp.* se dieron en los meses de altas precipitaciones, igualmente Ramos et al., (2019) que al correlacionar poblaciones de *Anastrepha spp.* y las precipitaciones encontró correlación positiva entre dichas variables.

Según Saldaña (2018), un estudio sobre el comportamiento de las moscas de la fruta en Nicaragua, durante el año reveló que la mayor diversidad de especies se capturó en abril, marzo y octubre. En cuanto a la cantidad de moscas adultas capturadas, los picos más altos se registraron en noviembre, mayo y julio.

Zamora, (2023) en sus resultados manifestó que la población de moscas *Ceratitis spp.* alcanzó su pico en marzo, abril y mayo, mientras que febrero tuvo la menor cantidad de capturas de este género. La misma tendencia se observó en las moscas *Anastrepha spp.* con máximos en marzo, abril y mayo (20, 25 y 18 capturas, respectivamente) y mínimos en febrero, junio y julio.

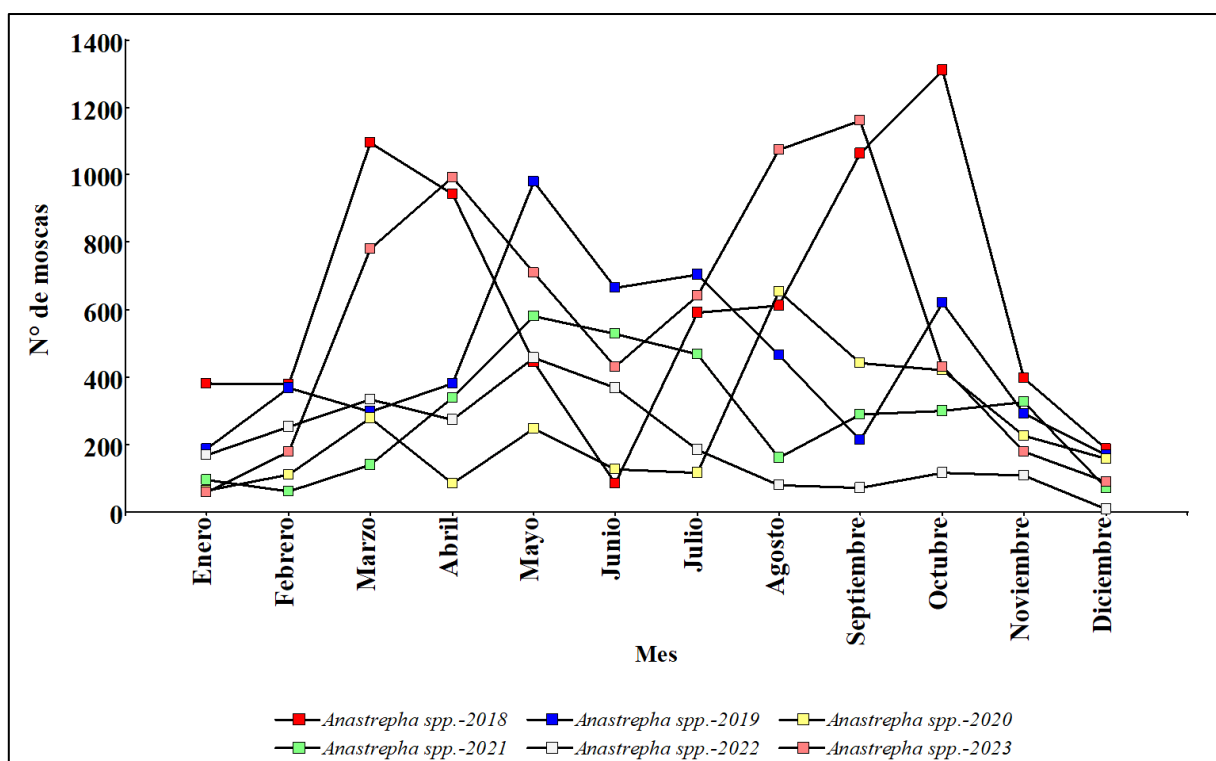


Figura 19. Fluctuación poblacional de moscas de la fruta (*Anastrepha spp.*) en Nicaragua de 2018 a 2023.

En la Figura 19 se muestran los resultados de las capturas de mosca de la fruta (*Anastrepha spp.* y *Ceratitis capitata*) en Nicaragua de 2018 a 2023, la finalidad del gráfico es representar en una sola figura las líneas de tendencias de moscas de ambos géneros para ver si existe alguna tendencia o patrón que nos indique si alguno de los géneros en cuestión presenta fluctuaciones que muestren si en algún o algunos meses del año sus poblaciones aumentan o disminuyen para

asociar estas tendencias con algunos factores ya sea bióticos o abióticos que nos sirvan para hacer recomendaciones en el control de las mismas.

Debido al número de años y número de tendencias que se forman, se hace necesario separar por géneros el gráfico, sin embargo, se puede observar que los meses de menores capturas fueron noviembre, diciembre, enero, febrero y junio. El año donde se presentaron las mayores capturas fue 2019 con el género *Ceratitis capitata*.

VI. CONCLUSIONES

- El complejo moscas de la fruta en Nicaragua está compuesto de dos géneros, (*Ceratitis capitata* y *Anastrepha* spp.), bajo vigilancia fitosanitaria se encuentra el género *Bactrocera* spp., estos géneros están distribuidos en el país con proporciones distintas entre los departamentos, el género *Anastrepha* spp es el de mayor presencia en el país, seguido de *Ceratitis capitata* y ausencia de moscas de la fruta de otros géneros de interés cuarentenario como (*Bactrocera* spp.)
- La trampa McPhail Multilure con cebo proteico presentó el mayor número de capturas de moscas, seguido de la trampa Jackson con Trimedlure.
- La variable climatológica temperatura mostró baja a media correlación con las capturas de moscas de la fruta de ambos géneros encontrados (*Ceratitis capitata* y *Anastrepha* spp)
- La fluctuación poblacional del complejo mosca de la fruta en Nicaragua es distinta cada año. Los departamentos con mayores capturas fueron Carazo, Nueva Segovia, Masaya y León. Los meses de mayor captura de moscas de la fruta para el género *Anastrepha* spp. fueron marzo, abril mayo, agosto, septiembre y octubre, mientras que para el género *Ceratitis capitata*, los meses de marzo, abril y mayo.

VII. RECOMENDACIONES

- Continuar con el sistema de vigilancia fitosanitaria en el país no solo con moscas de la fruta, sino también con otras especies de insectos que representen un peligro a las exportaciones del país ya que el mismo nos permite determinar la presencia de plagas cuarentenarias y tomar medidas a tiempo sobre su control.
- Tomar en cuenta en la información registrada en el programa de vigilancia fitosanitaria, datos como la especie de mosca y sexo, ya que esto permitirá hacer estudios más profundos en el tema y realizar aportes importantes a estudios de este tipo.
- Incluir en las variables climatológicas otras variables como evapotranspiración, humedad relativa, velocidad del viento y algunos factores bióticos como competencia intraespecífica e interespecífica y disponibilidad de alimento, con el fin de determinar la influencia de estos factores sobre la fluctuación poblacional de moscas de la fruta.
- Determinar modelos de fluctuación poblacional de plagas monitoreadas a través del sistema de vigilancia fitosanitaria en Nicaragua, en base al levantamiento de la información recomendada anteriormente.

VIII. LITERATURA CITADA

- Aluja, M. (1993) Manejo Integrado de Mosca de la fruta. México. Primera Edición. Editorial Trillas.
- Álvarez. L. (2021) Caracterización y manejo integrado de insectos y plagas, ENTOMOLOGIA AGRICOLA, UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA - UNAD.
- Balzarini, M., Di Rienzo, J., Tablada, M., González, L., Bruno, C., Córdoba, M., Robledo, W., y Casanoves, F. (2011). Estadística y biometría Ilustraciones del Uso de InfoStat en Problemas de Agronomía. Editorial Brujas. [http://www.agro.unc.edu.ar/~mcia/archivos/Estadistica y Biometria.pdf](http://www.agro.unc.edu.ar/~mcia/archivos/Estadistica_y_Biometria.pdf)
- Carrasco Rivera, L.C (2015). Evaluación de trampas y atrayentes para el manejo de la mosca del mediterráneo (*Ceratitis capitata* Wied) con enfoque agroecológico, en el cultivo de mandarina (*Citrus reticulata* Blanco), en la finca El Piñalito, San Marcos, Carazo. <https://repositorio.una.edu.ni/3332/1/tnh10c313.pdf>
- Centro interactivo de aprendizaje multimedia (CIAM). (2022). Media vs mediana vs moda ¿Cual medida de tendencia central es más adecuada? <http://ciam.ucol.mx/portal/portafolios/ramonmagallanes/apuntes/probvie.pdf>
- Conde-Blanco, E., Gregorio, L.-M. M., Luis Bernabé, A.-A., Denis, U.-A., y Ramiro, J.-E. (2018). Modelo de fluctuación poblacional de moscas de la fruta *Ceratitis capitata* (Wiedemann 1824) y *Anastrepha* spp (Diptera: Tephritidae) on two routes in the municipality of Caranavi, Bolivia. *Journal of the Selva Andina Research Society*, 9(1), 2–24
- Comité Estatal de Sanidad Vegetal. (2020) Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria.(CESAVE)_[Http://Cesavechiapas.Org.Mx/Sitio/P_mko.Php](http://Cesavechiapas.Org.Mx/Sitio/P_mko.Php). https://cesavechiapas.org/p_vef.php
- Convención Internacional de Protección Fitosanitaria. (1997). Normas internacionales para medidas fitosanitarias ISPM_06_2018_Es_PostCPM-13_LRGRev_2019-05-27.pdf (ippc.int)
- Deantonio-Florido LY., Carabalí Muño A (2021). Moscas de la fruta *Anastrepha* spp. (Díptera: Tephritidae). Corporación colombiana de investigación agropecuaria–AGROSAVIA https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/36678/Ver_documento_36678.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Encolombia.com. Instituto Colombiano Agropecuario. Moscas de la fruta, ciclo biológico y hábitos (s.f) Ciclo Biológico De Las Moscas De La Fruta, Agroindustria
- Entomology Departament. (2024). Moscas de la fruta Entomology. <https://entomology.ca.uky.edu/ef621esp>
- Embajada de Nicaragua. (2018). Departamentos De Nicaragua. <https://embajadadenicaragua.org/pages/organizacion-territorial-de-nicaragua/departamentos-de-nicaragua.php>

- Guillén Aguilar, J.C. (2019). Guía armonizada de taxonomía e identificación de tefritidos que pudieran ser considerados de importancia económica y cuarentenaria en América Latina y el Caribe. Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA). <https://www.iaea.org/sites/default/files/guia210220.pdf>
- Hernández Ortiz, V., Guillén Aguilar, J., y López, L. (2010, November). Taxonomía e Identificación de Moscas de la Fruta de Importancia Económica en América. Moscas de La Fruta: Fundamentos y Procedimientos Para Su Manejo, 49–80. <file:///C:/Users/Cliente%2520VIP/Downloads/5.%2520Taxonomía%2520e%2520Identificación%2520de%2520Moscas%2520de%2520la%2520Fruta%2520de%2520Importancia%2520Económica%25>
- Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. (2012). Manual técnico de trampeo de moscas de la fruta. Instituto Colombiano Agropecuario ICA. [https://www.ica.gov.co/areas/agricola/servicios/epidemiologia-agricola/documentos/m_moscas_trampeo-\(1\).aspx](https://www.ica.gov.co/areas/agricola/servicios/epidemiologia-agricola/documentos/m_moscas_trampeo-(1).aspx)
- IPSA, Instituto de Protección y Sanidad Agropecuaria. (2019). Vigilancia Fitosanitaria y Campañas. <https://www.ipsa.gob.ni/SANIDAD-VEGETAL-Y-SEMILLA/Vigilancia-Fitosanitaria>
- Jiménez-Martínez, E., y Jiménez Castillo, A. N. (2020). Estrategia metodológica para el establecimiento de áreas libres de moscas de la fruta, en la zona norte del lago Xolotlán, Nicaragua. Revista Universitaria Del Caribe, 25(2), 121–130. <https://doi.org/10.5377/ruc.v25i02.10482>
- Juárez, Y. J., Morán Centeno, J. C., y Varela Ochoa, G. (2021). Valoración de atrayentes en la captura de moscas de la fruta en el cultivo de Guayaba taiwanesa (*Psidium guajava* L.), León, Nicaragua, 2018. La Calera, 21(37). <https://lcalera.una.edu.ni/index.php/CALERA/article/view/475>
- Loera J (2017). Mosca mexicana de la fruta *Anastrepha ludens* (Loew). INIFAP Río Bravo. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. SENASICA. Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria SINAVEF, Universidad Autónoma de San Luis Potosí UASLP. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/249395/Anastrepha_ludens_Loew.pdf
- Núñez L, Gómez R, Guarín G, León G, (2018). Moscas de las frutas (Díptera: Tephritidae) y parasitoides asociados con *Psidium guajava* L. y *Coffea arábica* L. en tres municipios de la Provincia de Vélez (Santander, Colombia). Parte 1: Índices de infestación y daño por moscas de la fruta (Díptera: Tephritidae). Revista Corpoica. Volumen 5. No. 1. octubre 2004. <https://revistacta.agrosavia.co/index.php/revista/article/view/16>.
- Peralta, C., Giancola, S., Lombardo, E., Mika, R., & Carbajo, M. S. (2021). Introducción al manejo integrado de plagas, monitoreo de plagas en cítricos y fenología del cultivo. Fontagro, P 6.

- Ros Amador, J. P. (1988). La Mosca mediterránea de la fruta, *Ceratitis capitata* (Wied.) Biología y métodos de control. Dirección General de Investigación y Capacitación Agrarias. https://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1988_08.pdf
- Quiroga I (2020). Moscas de la fruta y del botón floral: ciclo de vida y cómo se combaten - CropLife Latin América. <https://croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/moscas-de-la-fruta-y-del-boton-floral>
- Saldaña, R. J. D. (2018). Fluctuación del complejo de moscas de la fruta (Díptera: Tephritidae) basado en el Sistema de Vigilancia Fitosanitaria, Nicaragua, 2016-2017. [tesis de Maestría, Universidad Nacional Agraria] P. 1-7-8-14. <https://repositorio.una.edu.ni/3842/1/tnh10s162.pdf>.
- Universidad Agrícola. Mosca de la fruta *Ceratitis capitata* (2020). Mosca de la fruta *Ceratitis capitata* - Universidad Agrícola
- Zamora Meza, M. E. (2023). Vigilancia fitosanitaria de Moscas de la fruta (Díptera: Tephritidae) en el departamento de Masaya, Nicaragua, 2022. <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf04r457b>.

IX. ANEXOS

Anexo 1. Prueba de Normalidad de Kolmogorov-Smirnov para una muestra para los datos de poblaciones de moscas de la fruta y variables climatológicas

		Precipitaciones (mm)	<i>Anastrepha</i> spp.	<i>Ceratitis</i> <i>capitata</i>	Temperatura Max. (°C)	Temperatura Min. (°C)
Parámetros normales ^{a,b}	Media	2816.4514	392.2222	305.5185	30.3839	22.7906
	Desviación	2689.34963	310.24898	457.50921	2.01451	1.10519
Máximas diferencias extremas	Absoluto	0.162	0.140	0.254	0.118	0.141
	Positivo	0.148	0.140	0.244	0.118	0.083
	Negativo	-0.162	-0.126	-0.254	-0.075	-0.141
Estadístico de prueba		0.162	0.140	0.254	0.118	0.141
Sig. asintótica(bilateral)		.000 ^c	.001 ^c	.000 ^c	.015 ^c	.001 ^c

a. La distribución de prueba es normal; b. Se calcula a partir de datos; c. Corrección de significación de Lilliefors.

Formulación de hipótesis en la determinación de la distribución paramétrica de las variables en estudio

H_0 = La distribución de las variables en estudio es igual a la distribución normal (P mayor a 0.05)

H_1 = La distribución de las variables en estudio es distinta a la distribución normal (P menor a 0.05)

Si observamos los resultados de la tabla del anexo 1, podemos apreciar que los valores de p (significancia) son menores que 0.05 por lo que se procede a aceptar la hipótesis alterna y confirmar que las variables en estudio no cuentan con distribución normal.