

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA UNIDAD
XOCHIMILCO DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA
SALUD
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA Y ANIMAL
LICENCIATURA EN AGRONOMÍA

PROYECTO DE SERVICIO SOCIAL:

**Curación de insectos y ácaros de la Colección Entomológica
del Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria (CECR)
asociados a productos de importación y nacional**

PRESTADOR DE SERVICIO SOCIAL:
OSCAR OMAR SEVERIANO MIRANDA
MATRICULA:
2182034342.



ASESOR INTERNO:
DR. PABLO ALBERTO TORRES LIMA
NÚM. ECONÓMICO: 8804.

ASESOR EXTERNO:
M. C. HUGO ENRIQUE GONZALEZ GARCIA
NÚM. DE CÉDULA: 12878401.

Firma: 

Lugar de realización:

Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria. Laboratorio de Entomología y Acarología
(100% Presencial).

Fecha de inicio y terminación:

Del 03 de octubre de 2022 al 03 de abril de 2022.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	3
2. JUSTIFICACIÓN	4
3. OBJETIVOS	4
3.1 Objetivo general	4
3.2 Objetivos específicos	4
4. MARCO TEÓRICO	5
4.1 Colecciones entomológicas	5
4.2 Colecciones Entomológicas Mexicanas	5
4.2.1 Colección Entomológica (CECR)	6
4.3 Origen de las Colecciones	6
4.4 Importancia de las Colecciones Biológicas	6
4.5 Agentes de Degradación de las Colecciones Entomológicas	7
4.6 Preservación	8
4.7. Cuarentena	8
4.8 Registro	8
5. MATERIALES Y MÉTODOS	9
5.1 Determinación taxonómica	10
5.1.1 Determinación y Montaje de larvas de mosca de la fruta (<i>Anastrepha</i> spp)	10
5.1.2 Determinación y montaje de genitalias de Lepidópteros	10
5.1.3 Montaje de trips	10
5.2 Limpieza y Cuarentena	11
5.3 Limpieza de ejemplares conservados en alcohol al 70%	12
5.3.1 Limpieza y sellado de laminillas	13
5.4 Bases de datos	13
5.4.1 Biótica	13
5.4.2 Excel	13
5.5 Toma de imágenes digitales	14
5.6 Etiquetado	14
6. RESULTADOS	14
BIBLIOGRAFÍA	16

1. INTRODUCCIÓN

La globalización y el intercambio comercial de productos agrícolas pueden tener como consecuencia la dispersión de organismos incluyendo plagas y enfermedades, que pueden llegar a ser perjudiciales para la producción agrícola de cualquier país (FAO, 2019).

Hoy en día existe una necesidad de contar con herramientas seguras para la identificación de plagas, debido a que los insectos y ácaros juegan un papel muy importante en todo tipo de sistemas agrícolas. Algunos son considerados enemigos nocivos importantes de productos agrícolas; estos se encuentran distribuidos por todo el planeta y sus daños son diversos ocasionando pérdidas económicas importantes (Martínez & Flores, 2014).

Es por ello que el área de Diagnóstico del Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria (CNRF) del Servicio Nacional de Sanidad Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, tiene como finalidad preservar la sanidad vegetal de México. Evitando la introducción y la propagación de plagas de gran impacto económico y para conseguirlo, cuenta con múltiples laboratorios en los cuales utilizan diversas técnicas de diagnóstico, identificación y detección de plagas que afectan a los vegetales, además de algunos productos y subproductos (Rosas *et al.*, 2017).

Asimismo, el Departamento de Entomología y Acarología del (CNRF) también resguarda una importante colección entomológica de la Dirección General de Sanidad Vegetal, reconocida por la CONABIO y la SEMARNAT con el nombre “Colección Entomológica del Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria” con acrónimo CECR, en donde se cuenta con más de 75,000 ejemplares de insectos y ácaros de importancia económica y cuarentenaria. Esta colección se especializa en insectos de importancia agrícola organizada en las categorías de insectos adultos (montados en alfiler entomológico), insectos inmaduros (preservados en alcohol al 70%), colección de laminillas, así como plagas por cultivo (Zetina *et al.*, 2018).

Por consiguiente, la importancia de una colección entomológica radica en el aprovechamiento que las comunidades científicas puedan hacer de ellas, debido a que son consideradas una fuente de información física. En las que se contienen datos como: taxonomía, hospedero, especies vectoras de enfermedades, etc. Esta información puede ser utilizada en múltiples investigaciones a lo largo del tiempo beneficiando a la sociedad con estudios de patógenos y vectores de enfermedades (Schuster, 2019; Córdoba & Pérez, 2021). De modo que las colecciones entomológicas son conjuntos de especímenes que constituyen un acervo (científico, cultural e histórico) ya que representan el patrimonio natural y la biodiversidad de un país o región (Córdoba & Pérez, 2021).

Debido al enorme valor que aportan para la investigación, puesto que es una herramienta que ayuda a la identificación de insectos plaga y la adquisición de

conocimientos, es indispensable reconocer y hacer frente a los componentes que causan su degradación, esto con la finalidad de preservar en excelentes condiciones el material de la colección. Para lograr lo anterior se requiere un cuidadoso trabajo de curación, contando con técnicas de conservación, mantenimientos específicos, actualización y correcta manipulación que permita la adecuada preservación del material biológico.

2. JUSTIFICACIÓN

La Colección Entomológica del Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria (CECR) es una importante fuente de información, recursos para la investigación, para el monitoreo, el control de plagas y la gestión fitosanitaria en el país. Sin embargo no está exenta de la degradación por patógenos que puedan dañar y degradar los especímenes almacenados en ella.

Por ello, la curatoría permite garantizar la calidad y la integridad de los especímenes almacenados a través del tiempo. Esto implica la selección de un espacio adecuado para su almacenamiento, el control de la temperatura, la humedad y otros factores ambientales que pueden afectar la conservación de los especímenes. Además, se deben seguir protocolos de manejo adecuados para la manipulación y el almacenamiento de los ejemplares, lo que incluye la identificación, el etiquetado y el registro de los mismos.

Por lo tanto, el presente trabajo tiene como finalidad realizar la curación de insectos y ácaros de la Colección Entomológica del Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria (CECR) asociados a productos de importación y nacional mediante distintas técnicas de montaje y conservación, además de su incorporación en base de datos computarizados y la digitalización de imágenes.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Colaborar con la curaduría de insectos y ácaros asociados a productos de importación y nacional del material de la Colección Entomológica del Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria (CNRF).

3.2 Objetivos específicos

- Determinación taxonómica de los ejemplares del material entomológico curado.
- Realización de montajes de insectos inmaduros y adultos.
- Aplicación de procedimientos para la preservación del material entomológico asignado.

- Sistematización y análisis de los datos de los ejemplares preservados de la orden Hemiptera con la finalidad de la creación de una base de datos.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 Colecciones entomológicas

Las colecciones entomológicas surgen con la curiosidad del hombre por comprender su entorno (Montaño *et al.*, 2012). Estas son un conjunto de insectos y otros artrópodos (como ácaros y arácnidos) que han sido capturados, preservados y etiquetados de manera sistemática para su estudio y análisis. Así como sometidas a un proceso de curaduría para conservar los ejemplares en condiciones ideales para su posterior estudio (Montoya, 2022).

De modo que una colección entomológica de importancia agrícola incluye una variedad de insectos y ácaros que son importantes para la agricultura, como plagas de cultivos, depredadores de plagas y polinizadores. Esta colección puede ser utilizada para realizar estudios sobre la ecología, el comportamiento y la biología de estos organismos y cómo pueden afectar a los cultivos y la producción agrícola. También puede ser útil para la identificación de plagas y enemigos naturales y con ello el poder utilizarlos en el control biológico (Zumbado & Azofeifa, 2018).

4.2 Colecciones Entomológicas Mexicanas

Es difícil determinar con precisión cuántas colecciones entomológicas existen en México, ya que puede haber colecciones pequeñas o de tamaño mediano que no estén registradas o que no sean conocidas ampliamente. Sin embargo existen varias colecciones entomológicas que se encuentran distribuidas en instituciones científicas y universidades, siendo una fuente valiosa de información científica.

Una de las colecciones entomológicas más destacadas en México es la Colección Nacional de Insectos (CNIN), ubicada en el Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). La cual incluye más de cinco millones de ejemplares de insectos de todo el mundo (UNAM, 2021). Otras colecciones entomológicas importantes incluyen la Colección Entomológica del Instituto de Ecología (IEXA) con más de 500,000 ejemplares de insectos y otros artrópodos de México y América Latina (INECOL, 2021). Y la Colección Nacional de Insectos Dr. Alfredo Barrera Marín (CNIABM), que incluye 52,000 ejemplares aproximadamente (CONABIO, 2012).

Además de estas colecciones, también hay otras colecciones entomológicas en México, como la Colección de Entomología y Acarología del Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria que cuenta con más de 75,000 ejemplares de insectos y

ácaros de importancia económica y cuarentenaria de México y de otras partes del mundo (Vega, 2019; Zetina *et al.*, 2018).

4.2.1 Colección Entomológica (CECR)

El origen de esta colección data del año de 1900, propuesta por el Maestro Alfonso L. Herrera, con el fin de que México contará con un instituto biológico dedicado a la investigación de asuntos agrícolas. Durante el primer año de la colección, se recolectaron alrededor de 200 muestras de insectos de interés agrícola. Desde 1908 hasta 1963, se realizaron diversos cambios y reorganizaciones en las dependencias encargadas de la colección, pero se continuó de manera constante con la adición de nuevos ejemplares. La mayoría del material contenido en la colección ha sido recolectado e identificado por destacados científicos nacionales y extranjeros, además de ejemplares que han sido donados por diferentes instituciones (Vega, 2019).

4.3 Origen de las Colecciones

El origen de las colecciones entomológicas se remonta a la antigüedad, cuando los egipcios y los griegos ya estaban interesados en coleccionar y estudiar insectos y otros artrópodos. Sin embargo, fue durante el Renacimiento y la época de los descubrimientos geográficos cuando las colecciones entomológicas comenzaron a tomar una forma más moderna y organizada. Los exploradores y los naturalistas de esta época trajeron de vuelta a Europa muchos insectos y otros artrópodos de todas partes del mundo, y estos ejemplares se utilizaron para estudiar y comprender mejor la biodiversidad del planeta (Simmons & Muñoz-Saba, 2005).

A medida que la Entomología se convirtió en una disciplina científica más formalizada, las colecciones entomológicas se convirtieron en una parte integral de la investigación y el estudio de los insectos y otros artrópodos. En la actualidad, hay muchas colecciones entomológicas en todo el mundo, tanto en instituciones académicas como en museos y otras instituciones científicas (Zumbado & Azofeifa, 2018; Ocampo, 2016).

4.4 Importancia de las Colecciones Biológicas

La importancia de las colecciones biológicas radica en su capacidad para proporcionar información sobre la diversidad biológica y su evolución. A través de la recopilación y conservación de muestras de diferentes especies y de diferentes regiones geográficas, las colecciones biológicas proporcionan una visión histórica de la biodiversidad (Ocampo, 2016). Estos ejemplares pueden ser estudiados para entender la variabilidad genética, la distribución geográfica, la morfología y otros aspectos de las especies, lo que es fundamental para entender la evolución y la ecología de los organismos.

Según Cristín y Perrilliat (2011), es fundamental asignar un valor científico a todo material recolectado destinado a una colección. Para lograr esto, es necesario etiquetar el ejemplar con información detallada que permita su identificación y uso como referencia. De esta manera, se garantiza la importancia y utilidad del material recolectado.

4.5 Agentes de Degradación de las Colecciones Entomológicas

Las colecciones entomológicas pueden verse afectadas por diversos agentes de degradación, tanto bióticos como abióticos. Estos agentes pueden causar daños irreparables en las mismas, por lo que es importante tomar medidas para controlarlos. Algunos de los más comunes:

Humedad. La humedad es un factor crítico en la conservación de las colecciones. El exceso de humedad puede provocar la proliferación de moho y hongos, así como la corrosión de los materiales metálicos, daños en las etiquetas, la caja de almacenamiento y los especímenes mismos. Además, la humedad puede debilitar los materiales orgánicos y provocar su descomposición. Por otro lado, la baja humedad puede provocar la contracción y el agrietamiento de los materiales, así como la disminución de la elasticidad de las fibras (Carter & Walker, 1999).

Temperatura. Es importante controlar cuidadosamente la temperatura en las colecciones entomológicas y mantenerla dentro de un rango aceptable. Idealmente, se debe mantener una temperatura constante y relativamente fresca, alrededor de los 18-20 grados Celsius. Si las condiciones de temperatura son extremas o fluctúan significativamente pueden dar cabida a la condensación en el interior del vidrio de las cajas entomológicas y gabinetes, lo que puede facilitar la aparición de hongos. Si la temperatura es demasiado alta, puede provocar que los especímenes se sequen y se vuelvan frágiles, lo que puede hacer que los insectos se desintegren o se rompan. Por otro lado, si la temperatura es demasiado baja, pueden hacer que las etiquetas se vuelvan frágiles y que se formen cristales de hielo en los insectos haciendo que los especímenes se vuelvan rígidos (Temperature and Relative Humidity, 2021).

Insectos y otros organismos: Las colecciones entomológicas pueden verse afectadas por otros insectos que no forman parte de la colección, como polillas, ácaros, escarabajos, chinches, entre otros. Estos insectos pueden causar daños en las etiquetas, cajas de almacenamiento y especímenes (Notton, 2018).

4.6 Preservación

Etiquetado

El etiquetado adecuado de los ejemplares es esencial para garantizar la conservación a lo largo del tiempo, debido a que la información proporciona datos importantes para

la identificación, el análisis y la investigación de la biodiversidad de los insectos. Si los ejemplares carecieran de esta información pierden todo su valor científico, por lo cual es fundamental conservar cualquier tipo de información que pueda ser importante (Cepeda, 2011).

Las etiquetas deben contener los datos clasificación taxonómica, hospedero, fecha de colecta, ubicación de colecta (latitud, longitud), nombre del colector así como el código que permite ubicarlo en la colección (Márquez, 2005).

Etiquetado en Alfiler Entomológico: Es una técnica utilizada para identificar y clasificar insectos recolectados. Consiste en colocar una etiqueta de papel o cartulina en el alfiler entomológico que sostiene al insecto, donde se registran datos importantes como la fecha, el lugar de recolección, el nombre del recolector y cualquier otra información relevante (Márquez, 2005).

Etiquetado Laminillas: Es una técnica utilizada para identificar y clasificar muestras microscópicas, consiste en colocar una pequeña etiqueta de papel o plástico en la esquina de la laminilla donde se registran datos importantes, es común presentar los datos taxonómicos a la izquierda y los datos geográficos y de hospederos a la derecha (SENASICA, s/a).

4.7. Cuarentena

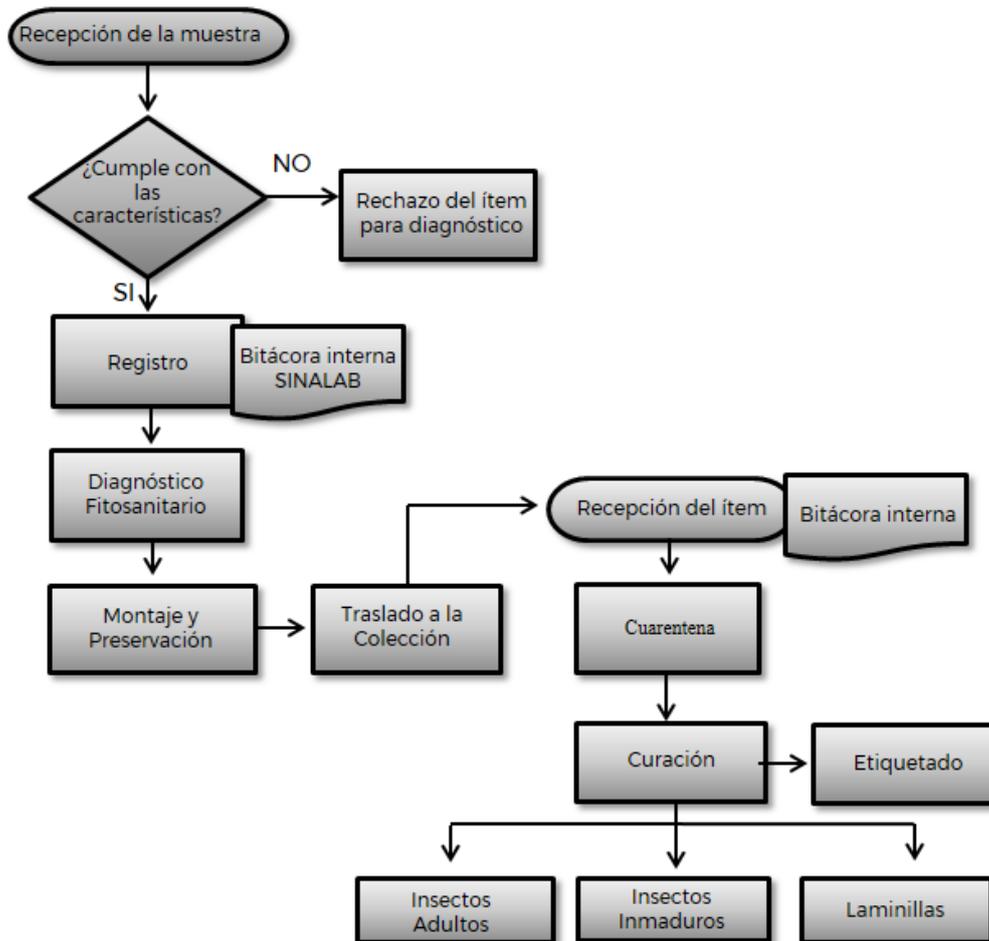
El material que se incorpora a la colección puede provenir de diversas fuentes, tales como donaciones, corroboraciones o diagnósticos. Este material se divide en dos categorías: insectos en estado adulto o inmaduro y ácaros.

Para asegurar la integridad del material, los ejemplares que se incorporan a la colección deben permanecer en un área de refrigeración a una temperatura de 4-5°C durante 40 días hábiles antes de su inclusión definitiva en las cajas entomológicas. Una vez etiquetados y limpiados, los ejemplares se transferirán directamente a las cajas portalaminillas (SENASICA, s/a).

4.8 Registro

Es necesario llevar un registro detallado de todo el material que se añade a la colección y para ello se utilizará una bitácora electrónica o física. En esta bitácora se registrarán datos como: el número de cajón, la caja de laminilla o el estante donde se depositará el material, la fecha de recepción, el número de servicio, el país, el estado y el municipio de donde se recolectó el material, el hospedero, el estado biológico, la familia, el género y la especie, la autoridad taxonómica, el tipo de preservación, el número de ejemplares, el estatus fitosanitario, el responsable de la determinación, los datos de georreferencia. Este registro detallado garantiza la organización y la integridad de la colección, y facilita el uso del material en estudios futuros (Figura 1) (SENASICA, s/a).

Figura 1. Diagrama de flujo para la incorporación de material a la colección de Entomología y Acarología.



Fuente: Elaboración original.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

Las actividades establecidas para el proyecto “Curación de insectos y ácaros de la Colección Entomológica del Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria con acrónimo “CECR” asociados a productos de importación y nacional” se ejecutaron en el Departamento de Entomología y Acarología del CNRF ubicada dentro de las instalaciones de la Unidad Integral de Servicios, Diagnóstico y Constatación (UISDC) con dirección Carretera Federal México-Pachuca km 37.5, Tecámac, Estado de México.

El presente trabajo se desarrolló con material biológico resguardado en la Colección Entomológica del Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria (CECR) y producto de las determinaciones de los técnicos del laboratorio de Entomología y Acarología.

Durante la manipulación de los ejemplares se tomó en cuenta una serie de pasos que aseguraron su adecuado cuidado y manejo; entre estas etapas se encuentran la corroboración de determinación taxonómica, etiquetado, almacenamiento y la captura de datos.

5.1 Determinación taxonómica

Para este proceso se utilizaron claves taxonómicas de literatura especializada, referencias de ejemplares de la colección e imágenes digitalizadas disponibles en otras colecciones todo esto, con apoyo de equipos, como estereomicroscopio, microscopio compuesto y lupas con el fin de obtener imágenes detalladas de las diferentes partes del cuerpo de los especímenes (Figura 2).

Los ejemplares trabajados fueron corroborados mediante características morfológicas y taxonómicas, posteriormente separados para capacitación o incorporación a la colección, basándose en las condiciones de estos (ejemplares completos) y en su importancia fitosanitaria en el país.

5.1.1 Determinación y Montaje de larvas de mosca de la fruta (*Anastrepha* sp)

Se realizó la determinación taxonómica de las larvas de mosca de la fruta mediante la observación de características morfológicas específicas, tales como el número de carinas bucales, la forma del lóbulo anal y el número de dígitos presentes en los espiráculos anteriores. También se tomó en cuenta la información del hospedero en el que se encontraron las larvas (Figura 3).

Para su montaje en laminillas se siguió la metodología propuesta en la Técnica Méndez-Herrera (Acevedo *et al.*, 2019) (Figura 4).

5.1.2 Determinación y montaje de genitales de Lepidópteros

Se examinaron 2 trampas pegajosas con un promedio de 430 ejemplares provenientes de Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo (Figura 5). Se extrajeron ejemplares con ayuda de pinzas entomológicas y gasolina blanca con el fin de remover la mayor cantidad posible de pegamento. Luego, se eliminó el exceso de gasolina blanca mediante un triple lavado en agua destilada. Para la limpieza, aclarado y montaje de las estructuras, se siguió la metodología de Méndez-Herrera (Acevedo *et al.*, 2019).

5.1.3 Montaje de trips

La determinación de la especie de los trips se llevó a cabo mediante el montaje en láminas siguiendo la metodología propuesta por Méndez-Herrera (Acevedo *et al.*, 2019). Esta metodología implica colocar inicialmente los especímenes en una solución

de KOH al 10% durante 15 minutos, seguido de un tratamiento con un gradiente de alcoholes del 70% al 96% (Figura 6).

5.2 Limpieza y Cuarentena

Para este proceso se realizó una revisión global a la colección de insectos de la (CECR), contenida en los gabinetes y las cajas entomológicas con el material montado en alfileres entomológico (Figura 7), con la finalidad de eliminar agentes perjudiciales para la colección, como moho, insectos o roedores, después de haber ubicado a los ejemplares que requerían limpieza, estos fueron extraídos de sus respectivas cajas entomológicas (Figura 8).



Figura 7. Gabinete y caja entomológica de acero inoxidable con ejemplares montados en alfiler entomológico.



Figura 8. (a) Extracción de ejemplares del orden Coleoptera y (b) Ejemplares de la familia curculionidae

Para limpiar los ejemplares, se empleó jabón neutro con agua destilada vertidos en una cápsula de porcelana, esta sustancia se aplicó con un hisopo o pincel en función del tamaño del ejemplar humedeciendo todas sus partes. Para su posterior limpieza con alcohol al 70 %. Ya que según lo indicado por Negrini (2009), se ha demostrado que una concentración del 70% de alcohol puede desnaturalizar las proteínas de los microorganismos actuando como sustancia bactericida (Figura 9).

En la práctica de colecciones de insectos, es habitual sujetar los individuos mediante alfileres, colocando estos en el punto de inserción apropiado, que en el caso de los coleópteros se encuentra en la parte superior del élitro derecho. Para lograr una fijación adecuada, resulta fundamental mantener la posición del élitro perpendicular a los ejes longitudinal y transversal del insecto (Figura 10). En este proceso se identificaron los alfileres dañados siendo reemplazados por nuevos para evitar el deterioro de los ejemplares.

Conforme a las instrucciones de trabajo del Departamento de Entomología y Acarología los ejemplares previo a su reincorporación a la colección entomológica deben someterse a un tiempo de cuarentena, permaneciendo en el área de refrigeración a temperaturas de 4 a 5° C durante 40 días (SENASICA, s/a) con el propósito de eliminar los agentes responsables del deterioro, tales como hongos, bacterias u otros pequeños artrópodos, como los derméstidos (Figura 11).

5.3 Limpieza de ejemplares conservados en alcohol al 70%

La preservación de ejemplares entomológicos en medios líquidos es una técnica comúnmente utilizada para insectos de cuerpo blando en las que se incluyen (larvas, ninfas y pupas) (Mesa R. & Bernal A., 2005).

La técnica de preservación en líquido fue llevada a cabo siguiendo las recomendaciones de García A. G. en su obra del 2015. Se emplearon viales de vidrio con tapa de rosca y tapa de caucho, en los que se sumergieron los individuos en alcohol al 70% para lograr su preservación óptima para estudios futuros (Figura 12).

Para su inclusión en la colección, los frascos se etiquetaron en el exterior con un número de referencia que facilitará su posterior localización (Figura 13).

5.3.1 Limpieza y sellado de laminillas

Durante el proceso de curación de las laminillas de la orden hemiptera, se empleó un microscopio óptico compuesto para revisar la integridad de las estructuras de los especímenes, y luego se procedió a limpiarlos externamente con alcohol al 70%. Se

utilizó una navaja de bisturí para eliminar el exceso de bálsamo y finalmente se sellaron las laminillas con barniz de uñas (Figura 14).

Posteriormente se organizaron las laminillas por orden, familia y género colocándolas en cajas de madera. Se extrajeron los datos de sus etiquetas y se generaron etiquetas faltantes (Figura 15).

5.4 Bases de datos

Para la generación de las bases de datos se empleó la información de las etiquetas de los ejemplares, bitácoras digitales y bitácoras físicas. Para ello se utilizaron dos programas; Microsoft excel año 2013 Plantilla "Material biológico resguardado en la colección" y el Sistema de Información Biótica 5.0. El equipo empleado para la captura de datos fue una computadora de escritorio HP (Figura 16).

5.4.1 Biótica

El Sistema de Información Biótica ha sido creado específicamente para gestionar datos curatoriales, nomenclaturales, geográficos, bibliográficos y parámetros ecológicos. Su finalidad es facilitar la captura y actualización de información de manera confiable y sencilla.

Los datos recolectados para el registro de algunos ejemplares fueron los siguientes:

- **Información:** Nombre de la institución/colección, Número de catálogo, y Procedencia de la muestra.
- **Colecta/Observación:** Grupo de colecta o colector, Fecha inicial, Individuos (repeticiones del ejemplar con los mismos datos de la etiqueta).
- **Información geográfica:** Regiones de colecta (país, estado, municipio, localidad, coordenadas geográficas y altitud).
- **Determinación:** Fecha de determinación, Calificación de determinador y Tipo.
- **Restricciones de uso:** Información restringida, Mes de término, Año de término y Motivos (Investigación).

5.4.2 Excel

Esta plantilla fue diseñada para registrar y almacenar la información más importante de los especímenes preservados en laminillas. Los datos recolectados fueron los siguientes.

- **Fecha:** Fecha de determinación, Fecha de verificación.
- **Identificación:** Id del ejemplar, Número de orden, Acrónimo.
- **Nombre del ejemplar:** Nombre científico.
- **Hospedero:** En donde se recolectó.

- **Información de procedencia:** País, Estado, Municipio, Localidad y Coordenadas geográficas

5.5 Toma de imágenes digitales

Las imágenes fueron capturadas con ayuda del Macroscópio Leica Z16 APO A (con profundidad de campo), con el software de montaje multifoco marca Leica versión: LAS Version 4.4.0 [Build:454] y con apoyo de una computadora Dell Optiplex 9020 (Figura 17).

Se capturó un plano de cada ejemplar vista dorsal, en la cual se observan sus características principales para la identificación de la especie. Todas las imágenes se almacenaron en una carpeta digital de acuerdo a su nombre científico. Posterior a la toma de imágenes y para su acondicionamiento se hizo uso del Software gimp 2.8. En donde se editaron las imágenes digitales, dándoles retoques, retoque fotográficos y creando sus composiciones.

5.6 Etiquetado

Las etiquetas en las colecciones entomológicas contienen información importante para la identificación y estudio de los individuos. De acuerdo a Borrór *et al.* (1989) en los datos de la etiqueta se debe incluir información sobre el hospedante (nombre científico y/o común), el lugar de recolección (país, estado, municipio, localidad, coordenadas geográficas), la fecha de recolección, el nombre de quien determinó la especie e información taxonómica (Orden, familia, género y especie).

A cada espécimen preservado se le asignó un número de catálogo único. (insectos preservados en alcohol y laminillas). La impresión de las etiquetas se realizó mediante una impresora láser en papel blanco libre de ácido.

6. RESULTADOS

Durante todo el proyecto se llevó a cabo la curaduría de 1903 ejemplares de distintos órdenes, descritos en la Tabla 1.

Tabla 1. Número total de curaciones llevadas a cabo en los ejemplares durante el proyecto

<i>Orden</i>	<i>Proceso</i>	<i>Ejemplares</i>
Coleóptera	Limpieza y cuarentena	83
Orthoptera	Limpieza y cuarentena	20
Hemiptera	Limpieza y sellado	1790

Thysanoptera	Limpieza y sellado	10
Total		1903

Fuente: Elaboración original.

La Tabla 2 presenta una lista de las especies en las que se realizó el montaje en láminas, las cuales se encontraban previamente preservadas en frascos con alcohol al 70%.

Tabla 2 Especies montadas en laminillas preservadas con bálsamo de Canadá.

Especie	Estado biológico	N° de ejemplares
<i>Anastrepha Obliqua</i>	Larva	26
<i>Anastrepha Ludens</i>	Larva	40
<i>Anastrepha serpentina</i>	Larva	19
<i>Frankliniella occidentalis</i>	Adulto	2
<i>Myzus persicae</i>	Adulto	1
<i>Thrips tabaci</i>	Adulto	3
Total		91

Fuente: Elaboración original.

Se añadieron a la Colección Entomológica (CECR) un total de 31 ejemplares en diferentes etapas de desarrollo (larvas y adultos), los cuales fueron recolectados en distintos estados de la República Mexicana (Tabla 3).

Tabla 3. Número de ejemplares incorporados a la Colección Entomológica (CECR).

Familia	Estado de conservación	Estado biológico	N° de ejemplares
Noctuidae	Alcohol al 70%	Larva	8
Dermeestidae	Alcohol al 70%	Larva	4
Gelechiidae	Alcohol al 70%	Larva	3
Tephritidae	Alcohol al 70%	Larva	5
Lymexylidae	Alcohol al 70%	Larva	1
Pyralidae	Alcohol al 70%	Larva	2
Curculionidae	Alcohol al 70%, Alfiler entomológico	Larva / Adulto	6

Dryophoridae	Alcohol al 70%, Alfiler entomológico	Larva / Adulto	2
Total			31

Fuente: Elaboración original.

Para el caso de la determinación de ejemplares de las familias: Tephritidae, Dermestidae, Gelechiidae y Thripidae se utilizó claves taxonómicas obteniendo los siguientes datos: familia Tephritidae 86 ejemplares de *Anastrepha ludens*, 64 *Anastrepha obliqua*, 12 ejemplares de *Anastrepha striata* y 6 ejemplares de *Anastrepha serpentina*; de la familia Dermestidae 8 ejemplares de *Trogoderma variabile*, de la familia Gelechiidae 32 ejemplares de *Sinoe capsana* y de la familia Thripidae. 4 ejemplares de *Frankliniella occidentalis* y 2 ejemplares *Thrips tabaci* (tabla 4).

Tabla 4. Resultados de la determinación de ejemplares de las muestras procesadas por el Laboratorio de Entomología y Acarología.

Familia	Especie	N° de ejemplares	Técnica
Tephritidae	<i>Anastrepha ludens</i>	86	Montaje en laminilla
	<i>Anastrepha obliqua</i>	64	Montaje en laminilla
	<i>Anastrepha striata</i>	12	Montaje en laminilla
	<i>Anastrepha serpentina</i>	6	Montaje en laminilla
Dermestidae	<i>Trogoderma variabile</i>	8	Extracción de genital
Gelechiidae	<i>Sinoe capsana</i>	32	Extracción de genital
Thripidae	<i>Frankliniella occidentalis</i>	4	Montaje en laminilla
Thripidae	<i>Thrips tabaci</i>	2	Montaje en laminilla

Fuente: Elaboración original.

ANEXO FOTOGRÁFICO

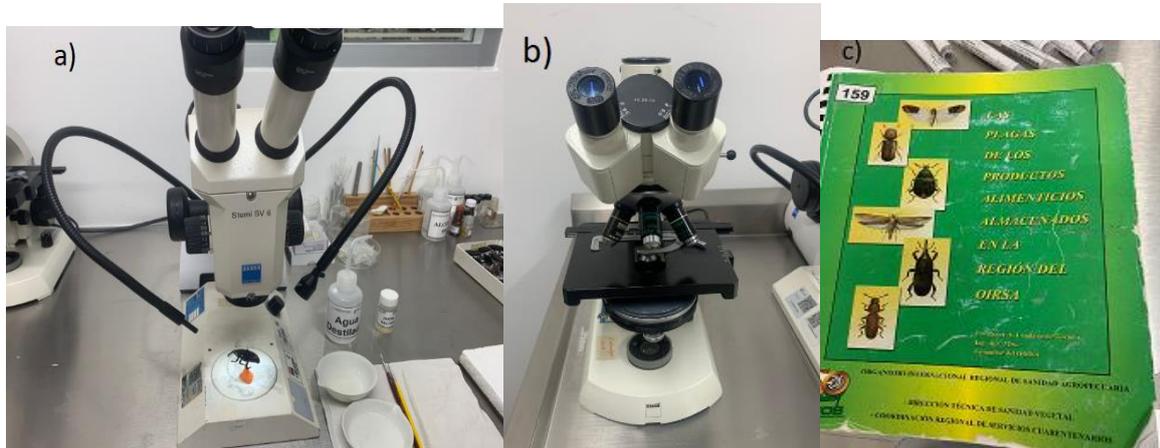


Figura 2. (a) Estereomicroscopio, (b) Microscopio, (c) Clave taxonómica.



Figura 3. (a) Características morfológicas de *Anastrepha ludens*, (b) lóbulos anales, (c) Carinas orales, (d) Espiráculos anteriores

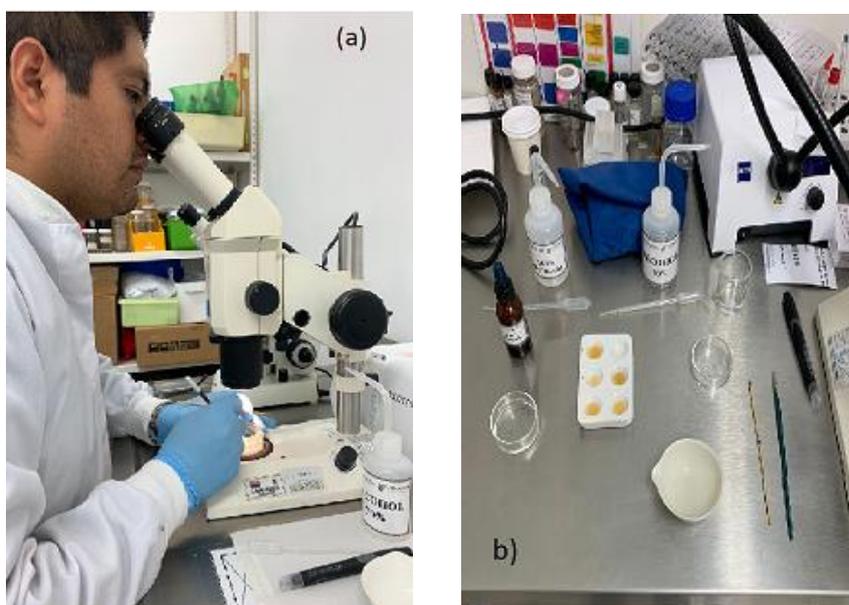


Figura 4. (a) Extracción de grasa y músculo en larva *Anastrepha*, (b) reposo de genitalia en aceite de clavo.



Figura 5. (a) Trampa pegajosa, (b) Extracción de ejemplares.

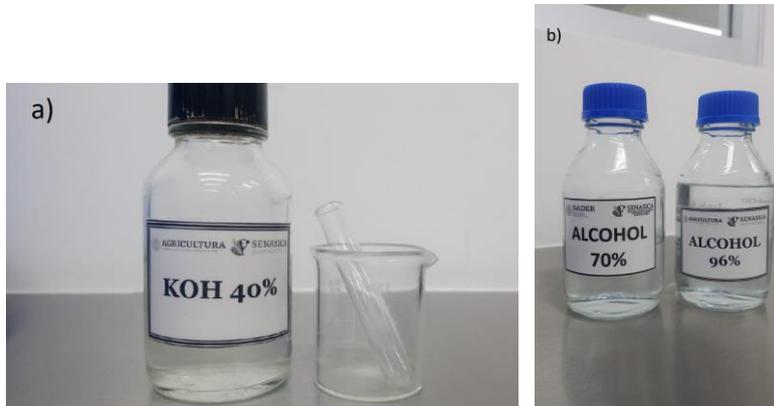


Figura 6. (a) Especímenes en solución de KOH, (b) gradiente de alcoholes del 70% al 96%.



Figura 9. Limpieza de ejemplares con jabón neutro, agua destilada y alcohol al 70%.



Figura 10. Proceso cambio de alfiler.



Figura 11. Área de refrigeración (Cuarentena) 4 a 5° C.



Figura 12. (a) Preservación de ejemplares en alcohol al 70%, (b) Ingreso de ejemplares a viales de vidrio



Figura 13. Realización de etiquetas para viales de vidrio.



Figura 14. Proceso de limpieza y sellado de laminillas.



Figura 15. Organización de laminillas de la orden Hemiptera.

Reporte de Actividades (Evidencia fotográfica)



Especie	Longitud de la larva	Carlinos craneales	Espitriculos anteriores	Espitriculos posteriores (longitud de las aberturas)	Procesos espiritriculares (numero de ramificaciones)	Labales suales
<i>Anastrepha ludens</i>	9 - 11 mm	12 - 16	15 - 21 aligios	3 - 3.5 veces más largo que ancho	Dorsal y ventral: 10-12 ramus cortas. Mediales: 6-11 ramus cortas. Bases angostas	bilobos
<i>Anastrepha obliqua</i>	8 - 10 mm	7 - 10	12 - 15 aligios	3.5 - 4 veces más largo que ancho	Dorsal y ventral: 10-12 ramus largas. Mediales: 6-11 ramus largas. Bases angostas	enteros
<i>Anastrepha striata</i>	7 - 9 mm	5 - 8	11 - 17 aligios	4 - 5 veces más largo que ancho	Dorsal y ventral: 14-20 ramus muy largas. Mediales: 6-10 ramus muy largas. Bases muy anchas	parcialmente bilobos o enteros
<i>Anastrepha serpentina</i>	8 - 10 mm	14 - 18	16 - 19 aligios	2.5 - 3 veces más largo que ancho	Dorsal y ventral: 6-9 ramus muy cortas. Mediales: 4-6 ramus muy cortas. Bases angostas	bilobos o enteros
<i>Anastrepha suspensa</i>	8 - 10 mm	6 - 8	10 - 14 aligios	Aprox. 3 veces más largo que ancho	Dorsal y ventral: 9-10 ramus largo moderado. Mediales: 4-7 ramus largo moderado. Bases angostas	enteros

Figura 1. Procedimiento para el montaje de *Anastrepha ludens*. Clave taxonómica Aluja, S. M. 1993



Figura 2. Identificación de estructuras internas (genitalia) Lepidópteros.

Trampa pegajosa con insectos.



Figura 3. Extracción de ADN de especies insectiles

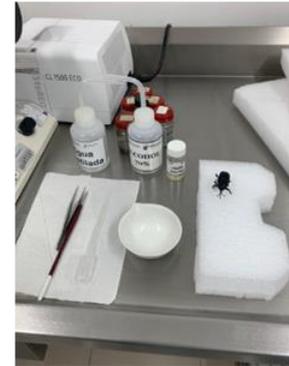


Figura 4. Limpieza de ejemplares

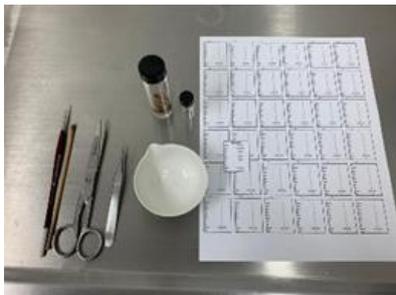


Figura 5. Etiquetado de ejemplares preservados en alcohol al 70%



Figura 6. Curación del material entomológico de la colección de Entomología y Acarología



Figura 7. Montaje de Sinoe capsana



Figura 8. Montaje de trips

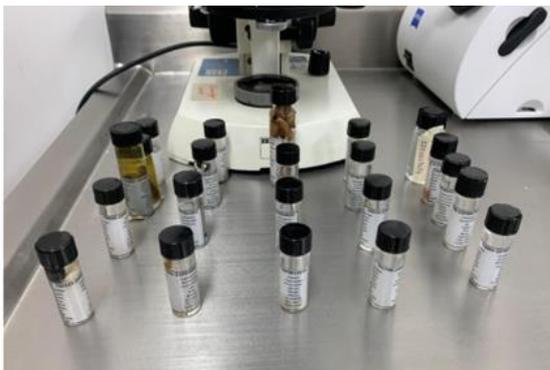


Figura 9. Material etiquetado



Figura 10. Preparación material para curso para el curso a aspirantes a Terceros Especialistas Fitosanitarios en materia de Entomología



Figura 11. Apoyo en recorrido en la Colección Entomológica del Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria (CECR)

BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, N., Zetina, D., López, J., & Martínez, R. (2019, Junio). Méndez-Herrera Technique: New Clearing Technique Proposed for Immature Stages and Internal Structures. *Southwestern Entomologist*, 44(2), 509-522. Retrieved 15/02/23, from <https://bioone.org/journals/southwestern-entomologist/volume-44/issue-2/059.044.0218/Mndez-Herrera-Technique--New-Clearing-Technique-Proposed-for-Immature/10.3958/059.044.0218.short>
- Borror, D. J., C. A. Triplehorn & N. F. Johnson 1989. An introduction to the study of insects. Saunders College Publishing, Philadelphia. 875 pp.
- Carter, D. & Walker, A. (1999). Foreword and Prefaces. In: Carter, D. & Walker, A. (eds). (1999). Foreword and Prefaces: Care and Conservation of Natural History Collections. Oxford: Butterwoth Heinemann, pp. i - xxi.
- Cristín, A. & Perrilliat, M. C., (2011) Las colecciones científicas y la protección del patrimonio paleontológico. *Bol. Soc. Geol. Mex.*, 63 (3): 421-427.
- Córdoba S., & Pérez E. (2021). La Colección Entomológica del Instituto-Fundación Miguel Lillo, Tucumán, Argentina. *Acta zoológica mexicana*, 37, e3712413. Disponible en: <https://doi.org/10.21829/azm.2021.3712413>
- CONABIO (2012). Colección Nacional de Insectos Dr. Alfredo Barrera Marín. Consultado el 09/01/2013, Disponible en: <https://www.biodiversidad.gob.mx/fichas-conabio-war/resources/coleccion/148>
- FAO (2019). El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Progresos en la lucha contra la pérdida y el desperdicio de alimentos. Roma Consultado el 24/11/22. Disponible en: <https://www.fao.org/3/ca6030es/ca6030es.pdf>
- García, A. G. (2015). Protocolo de manejo, cuidado y preservación de la colección de artrópodos y otros invertebrados de la Universidad Distrital Francisco José De Caldas, CAUD. Bogotá
- INECOL (2021) Colección Entomológica IEXA. Consultado el 15/01/23. Disponible en: <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/ct-menu-item-1/ct-menu-item-5/entomologia>
- Mesa R., & Bernal, A. (2005). Protocolos para la preservación y manejo de colecciones biológicas. *Boletín Científico - Centro de Museos*, 10, 117 - 148
- Márquez, L. (2005). Técnicas de colecta y preservación de insectos. *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa*, 385-408. Consultado el 28/01/23, Disponible en: <http://sea-entomologia.org/PDF/GeneralInsectorum/GE-0056.pdf>

- Martínez J., & Flores R. (2014). Insectos Plagas de Cultivos en Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. Consultado el 02/12/2022. Disponible en: <https://repositorio.una.edu.ni/id/eprint/2700>
- Montaño, C. M., Meza, S. A. & Díaz, G. L. (2012). La colección entomológica CEBUC y su potencial como colección de referencia de insectos acuáticos. Bol. Cient. Mus. de Hist. Nat. Univ. Caldas, 16: 173-184.
- Montoya, L. (2022). Especies de Lutzomyia (Diptera: Psychodidae, Phlebotominae) en el área de influencia de la Central Hidroeléctrica Sogamoso (Santander, Colombia). Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. Univ. Caldas, 26(1), 169-191. Disponible en: <https://doi.org/10.17151/bccm.2022.26.1.12>
- Negrini, M. (2009). Microbiología estomatológica: Fundamentos y Guía Práctica. Buenos Aires : Médica Panamericana.
- Notton, D. G. (2018). Identifying insect pests in museums and heritage buildings. Natural History Museum, London. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/325180755_Identifying_insect_pests_in_museums_and_heritage_buildings
- Ocampo, M. (2016). Curaduría del Material Entomológico para la colección de Artrópodos y otros invertebrados CAUD-216. BOGOTÁ D.C. Disponible en: <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/3528/OcampoOviedoMagnolia2016.pdf;jsessionid=DA1077F18F009BF3A373F8A0B765B7B8?sequence=1>
- Rosas-Hernández, L., Mundo-Ocampo, M., Nava-Díaz, C., Carranza de la Rosa, F., Sánchez-Gamboa, A. y D. A. Martínez-Cano. 2017. Computarización de la Colección de Referencia de Nematodos Fitopatógenos del Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria de la Dirección General de Sanidad Vegetal. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Dirección General de Sanidad Vegetal. Informe final SNIB-CONABIO, proyecto No. JC007. Ciudad de México.
- SENASICA. (s/a). Manual de Preservación y Curación de Ejemplares de la Colección Entomológica del Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria (CECR). Recuperado el 13 de Julio de 2022
- Simmons, J. & Muñoz-Saba, Y. (2005). Cuidado, Manejo y Conservación de las Colecciones Biológicas. Conservación Internacional. Bogotá Colombia. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/266249611_Cuidado_Manejo_y_Conservacion_de_las_Colecciones_Biologicas
- Schuster, J.C. (2019). Las colecciones de insectos contribuyen a su conservación, no a su extinción. Revista Yu'am 3(5): 71-74. Consultado el 29/11/22. Disponible en: <https://www.revistayuam.com/wp-content/uploads/2019/02/Insectos-200219.pdf>
- Temperature and Relative Humidity (RH) | AMNH. (2021). Consultado el 01/01/23 Disponible en: <https://www.amnh.org/research/natural-science-collections->

conservation/generalconservation/preventive-conservation/temperature-and-relative-humidity-rh

UNAM (2021). *ib-unam*. Consultado el 01/01/23. Disponible en: <https://www.ib.unam.mx/ib/colecciones-biologicas/colecciones-zoologicas/>

Vega, H. (2019). Elaboración de la base de datos de los ejemplares de la colección general de insectos adultos de la Dirección General de Sanidad Vegetal. Consultado 15/01/23. Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/InfJC008.pdf>

Zumbado, M. A. & Azofeifa, D. J. (2018). Insectos de Importancia Agrícola. Guía Básica de Entomología. Heredia, Costa Rica. Programa Nacional de Agricultura Orgánica (PNAO). 204 pp Consultado el 01/02/23 Disponible en: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/H10-10951.pdf>

Zetina, D. *et al.* (2018). Conociendo la Colección de Insectos de la Dirección General de Sanidad Vegetal, México. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/334204234_Conociendo_la_Coleccion_de_Insectos_de_la_Direccion_General_de_Sanidad_Vegetal_Mexico.