

Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco
División de Ciencias Biológicas y de la Salud
Departamento de Producción Agrícola y Animal
Licenciatura en Agronomía

INFORME DE SERVICIO SOCIAL

Revisión del material biológico de la Colección Entomológica del Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria (CNRF) con énfasis en especies plaga de *Spodoptera* sp. y *Helicoverpa* sp.

Prestador de servicio social

Marina Yutzil Reséndiz Barreto

Matrícula: 2173068572



Asesor interno

Dr. Iván Pável Moreno Espíndola

No. Económico: 32559



Asesor externo

Mtro. Hugo Enrique González García

Cédula profesional: 12878401

Lugar del servicio social: Unidad Integral de Servicio, Diagnóstico y Constatación, Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria, Departamento de Entomología y Acarología. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria.

Km 37.5 Carretera Federal México-Pachuca. Av. Centenario de la Educación S/N.
Col. Santa Ana Tecámac, Estado de México.

Fecha de inicio: 03 de octubre de 2022. Fecha de término: 03 de abril de 2023.

Contenido

Introducción	3
Objetivos	4
Objetivo General	4
Objetivos específicos	5
Marco teórico	5
Recolección y Conservación de Material Biológico	5
Importancia de las Colecciones Entomológicas	5
Descubrimiento y extinción de especies	6
Registro de cambios en la biodiversidad	6
Identificación y estudio de insectos	6
Preservación de especímenes	6
Amenazas a las colecciones entomológicas	7
Impacto de las plagas en la agricultura	7
Relevancia de los <i>Noctuidae</i>	8
Materiales y Métodos	8
Actividades realizadas	10
Metas alcanzadas	14
Resultados	15
Conclusiones	17
Bibliografía	18

Introducción

Las colecciones entomológicas, como parte integral de las colecciones de Historia Natural, contienen ejemplares de insectos y muestras de otros grupos biológicos, paleontológicos y geológicos. Estas colecciones son fundamentales para el conocimiento científico, educativo y cultural, siendo consideradas patrimonio científico y cultural de la humanidad (Márquez et al., 2022). La importancia de estas colecciones radica en la generación de conocimientos a partir de los insectos almacenados, permitiendo profundizar en aspectos como su alimentación, hábitat, interacciones ecológicas y relación con los seres humanos.

Una colección bien preservada de especímenes permite una clasificación taxonómica precisa, basada en las características conservadas de los individuos. Esto facilita la creación de listados faunísticos, claves e ilustraciones para su identificación, así como diversos análisis biogeográficos y ecológicos. Por lo tanto, las colecciones biológicas representan un valioso patrimonio natural para un país o región, actuando como un archivo histórico natural de gran utilidad (Vega, 2019).

Para que la colección cumpla con su función de referencia en la identificación de insectos y ácaros, el material debe estar organizado eficientemente para facilitar la consulta. La colección se puede categorizar en tres secciones:

1. Colección de insectos adultos: compuesta por insectos adultos montados en alfileres entomológicos y organizada en:
 - a. Colección general.
 - b. Material de exposición.
 - c. Plagas por Cultivo.
 - d. Plagas cuarentenadas.
2. Colección de insectos inmaduros en alcohol al 70 %.
3. Colección de laminillas: compuesta por laminillas de micro insectos, genitales y ácaros preservados en Bálsamo de Canadá (medio permanente) o líquido de Hoyer (medio semipermanente).

Los especímenes deben disponerse según la sistemática asignada por el curador; Clase, Orden, Familia, Género y especies (Cristín y Perrilliat, 2011).

En este contexto, el Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria (CNRF) del Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA) se dedica a preservar la sanidad vegetal en México. Entre sus instalaciones, el CNRF cuenta con laboratorios especializados, incluyendo el laboratorio de Entomología y Acarología, que alberga la Colección Entomológica del Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria (CECR). La colección contiene muchos insectos y ácaros asociados a productos importados y nacionales, con relevancia biológica, económica, histórica y antropológica; consta de ejemplares considerados plagas, es importante para la agricultura (Zetina et al., 2018).

El estudio de insectos de importancia agrícola es crucial para mejorar la producción y calidad de los productos vegetales mediante su control. Conocer las plagas específicas de un cultivo es esencial para definir e implementar las mejores estrategias de control en el momento más oportuno, minimizando así el uso de plaguicidas y su impacto ambiental. La entomología agrícola desempeña un papel fundamental en la producción agropecuaria, proporcionando conocimientos sobre plagas, especialmente insectos de importancia agrícola. Esto incluye información sobre su clasificación taxonómica, distribución, plantas hospederas, importancia económica, morfología, ciclo biológico, hábitos, daños y métodos de control. Estos conocimientos son vitales para manejar eficazmente las principales plagas de los cultivos agrícolas de importancia económica en México (Gutiérrez et al., 2017).

La CECR cuenta 76, 000 ejemplares de insectos y ácaros aproximadamente; divididos en tres secciones: 1) Colección de Insectos Adultos montados en alfiler entomológico, que se subdivide en: a) Plagas cuarentenadas, b) Plagas por cultivo y c) Colección de adultos en general; 2) Colección de estados inmaduros; y 3) Colección de laminillas. Cada ejemplar está identificado, etiquetado y en constante mantenimiento (Vega, 2019).

Las plagas agrícolas a nivel global incluyen varias especies de Noctuidos, que pueden ser especializadas o generalistas en cuanto a los cultivos que atacan, afectan uno o múltiples cultivos y dañando diversas partes de la planta. Entre estas especies se destacan *Helicoverpa* y *Spodoptera*, conocidas por provocar considerables pérdidas económicas en cultivos clave como la papa, alfalfa y maíz. Dada su capacidad para afectar múltiples cultivos, es crucial identificar las especies de Noctuidos presentes en cada región para anticipar posibles plagas y tomar medidas preventivas adecuadas (Amaru et al., 2021).

Este trabajo tuvo como objetivo la incorporación de ejemplares obtenidos del diagnóstico y pronóstico fitosanitario realizado por el Laboratorio de Entomología y Acarología del CNRF. Para ello, se emplearon diversas técnicas de montajes y conservación de los ejemplares, además de su integración en la base de datos computarizada. Este esfuerzo no solo contribuye a la precisión y eficiencia del laboratorio, sino que también mejora la gestión y el acceso a la información crucial para la protección fitosanitaria.

Objetivos

Objetivo General

Generar una base de datos de las órdenes de *Spodoptera* y *Helicoverpa* presentes en la Colección Entomológica del Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria, con el fin de facilitar la identificación y estudio de estas especies y apoyar la investigación y el control de plagas.

Objetivos específicos

Identificar y clasificar el material biológico de *Spodoptera* y *Helicoverpa* en la Colección Entomológica.

Realizar un inventario detallado de las especies de *Spodoptera* y *Helicoverpa* presentes en la colección, incluyendo información sobre su distribución geográfica, hospederos y hábitos.

Crear una base de datos estructurada que contenga información completa y actualizada sobre las órdenes de *Spodoptera* y *Helicoverpa*, incluyendo datos de recolección, localidad, hospederos y cualquier otra información.

Marco teórico

Recolección y Conservación de Material Biológico

La recolección y conservación de material biológico ha sido esencial desde el inicio de la civilización humana debido a la dependencia de las plantas y animales para la alimentación, vestimenta, medicinas y otras necesidades. Actualmente, las colecciones biológicas actúan como archivos históricos valiosos para la investigación y la educación, preservando material biológico bajo condiciones específicas para asegurar su longevidad. Estas colecciones proporcionan información biológica en aspectos históricos, geográficos, genéticos, evolutivos y morfológicos (Salazar-Basurto, 2024).

Importancia de las Colecciones Entomológicas

Los museos de colecciones entomológicas, administrados por instituciones de investigación y entidades de regulación fitosanitaria y zoosanitaria, permiten el registro físico de las especies reportadas en el país, contribuyendo al conocimiento de la biodiversidad. Además de ser un valioso archivo histórico, estas colecciones son cruciales para la identificación precisa de plagas agrícolas y económicas, ayudando a prevenir daños en la agricultura y a minimizar impactos negativos en la biodiversidad local. La relevancia científica de las colecciones radica en cómo los insectos depositados en ellas contribuyen a la generación de conocimiento, tanto básico como aplicado. Un aspecto fundamental en el estudio de los insectos es conocer su especie y nombre para ampliar el conocimiento sobre aspectos como su dieta, hábitat, interacciones con otros organismos, su relación con el ecosistema y su impacto en los seres humanos, entre otros (Salazar-Basurto, 2024; Márquez et al., 2022).

Las colecciones entomológicas también desempeñan un papel crucial en la identificación de especies para estudios de inventario. Conocer la biodiversidad de un área específica es fundamental para comprender qué se está protegiendo o qué podría sufrir daños si se altera dicho entorno. La identificación precisa de especies proporciona información valiosa sobre posibles plagas de insectos, especies invasoras, migratorias, entre otras. Además, en una era donde los estudios genómicos son fundamentales para el reconocimiento, la delimitación y el

establecimiento de relaciones filogenéticas entre especies, las colecciones entomológicas representan una fuente incomparable de material genético. (Márquez et al., 2022).

Descubrimiento y extinción de especies

Es posible que queden miles de especies de insectos por descubrir, mientras que cada día nuevas especies se extinguen. Por esta razón, los especímenes preservados pueden resultar fundamentales para llevar a cabo estudios genéticos y taxonómicos, incluso de especies que ya han desaparecido. Para que estos especímenes tengan un valor científico adecuado, es esencial que estén acompañados de todos sus datos de recolección pertinente, incluyendo la ubicación exacta de la recolección, el nombre de los recolectores, la fecha de recolección, la altitud, el tipo de sustrato y el método de captura empleado (Viladot, 2021).

Registro de cambios en la biodiversidad

Las colecciones entomológicas son una herramienta invaluable para registrar los cambios en la biodiversidad a lo largo del tiempo. Representan la fuente más importante de información primaria sobre la biodiversidad de nuestro planeta, tanto presente como pasada. Estas colecciones son depósitos masivos de información cuyo valor está siendo cada vez más reconocido en diversos ámbitos, como la conservación del medio ambiente, la medicina, la agricultura y la educación. Contribuyen al bienestar y la calidad de vida de las personas, así como a la búsqueda de soluciones para la actual crisis de la biodiversidad (Márquez et al., 2022).

Identificación y estudio de insectos

La identificación taxonómica precisa de insectos plaga es fundamental para proteger la agricultura, la economía, la biodiversidad y la salud pública de un país. La correcta identificación de las plagas permite minimizar el riesgo de usar métodos de control que pueden dañar la fauna y flora no objetivo. Esto es crucial para mantener la biodiversidad y prevenir efectos negativos en los ecosistemas locales. Los diagnósticos realizados por los entomólogos implican un análisis taxonómico detallado de los especímenes recibidos, esenciales para el registro de especímenes y para la verificación de datos por expertos (Salazar-Basurto, 2024).

Preservación de especímenes

La preservación de los insectos facilita su estudio, permitiendo la observación detallada de todas las características que distinguen a una especie particular. Para asegurar la longevidad y utilidad de una colección de insectos, es crucial aplicar técnicas adecuadas de recolección y preservación, así como mantener los datos de recolección correspondientes. Las técnicas de preservación idóneas, junto con los requerimientos de espacio, equipamiento y mantenimiento, combinadas con personal técnico y científico especializado, son esenciales para mantener una colección entomológica funcional (Márquez et al., 2022; Viladot, 2021).

El montaje en alfiler es uno de los métodos más eficaces para preservar insectos adultos, ya que mantiene su apariencia natural y facilita su manipulación. Se utilizan alfileres entomológicos, insertados en el tórax según las características y dimensiones del Orden al que pertenece el insecto. Para ajustar la altura del insecto en el alfiler, se emplea un escalón entomológico. Luego, se acomodan las patas, antenas y alas (según el Orden). El insecto se coloca en una placa unicel, utilizando alfileres de costura para sostener las patas y antenas. En el caso de los lepidópteros, se usa un bastidor, extendiendo las alas con tiras de papel encerado sujetadas con alfileres de costura (Llorente y Castro, 2002).

Para el montaje en triángulos de papel, en la zona más ancha del triángulo se insertará el alfiler entomológico, preferentemente del No. 2. Luego, con unas pinzas entomológicas, se doblará la punta del triángulo y se aplicará una pequeña gota de pegamento (líquido o esmalte) en la superficie doblada. El insecto se colocará en posición horizontal, a la altura del tórax, en su lado derecho (Trujillo et al. 2014).

NOTA: los insectos deben estar correctamente montados, respetando su plano horizontal y vertical en el alfiler, así como las características propias del insecto en ambos tipos de montaje.

El montaje de laminilla puede ser permanente o temporal. Para insectos o partes de insectos destinados a la docencia, se recomienda el montaje permanente. Los especímenes de importancia científica deben conservarse en un medio líquido, como alcohol al 70 % o glicerina, y montarse en láminas temporalmente solo para estudios específicos. Para montajes permanentes, se usa algún medio o resina, siendo el Hoyer o Bálsamo de Canadá los más comunes. El medio se aplica en la laminilla y se deposita el micro insecto o la genitalia, de manera que puedan visualizarse todas las partes en el microscopio óptico, antes de sellarlo con esmalte de uñas, deben dejarse en un horno a aproximadamente 40 °C durante una semana (Murillo-Hiller y Lezama, 2008).

Amenazas a las colecciones entomológicas

Los factores que ponen en riesgo la conservación de las colecciones entomológicas incluyen aspectos ambientales como temperatura y humedad relativa elevadas que aumentan las posibilidades de invasión por insectos y hongos. Los factores humanos también representan una amenaza, ya que una gestión adecuada es crucial para garantizar la permanencia de los especímenes. La falta de monitorización adecuada puede llevar a la acumulación de polvo y suciedad, que atraen insectos y deterioran los especímenes (Viladot, 2021).

Impacto de las plagas en la agricultura

Inicialmente, el término plaga se refería a la proliferación de animales perjudiciales, generalmente insectos, que periódicamente arrasaban con los cultivos y plantaciones. Sin embargo, no solo las plagas han causado problemas en los rendimientos agrícolas; las cosechas y la supervivencia de las plantaciones también están expuestas a la acción de factores bióticos y abióticos del entorno. Las plagas

de insectos son las que más dañan, debido a su gran adaptabilidad a diversas condiciones y situaciones ecológicas en todo el mundo (Núñez, 2007).

El 40 % de los cultivos alimentarios mundiales se pierden debido a plagas y enfermedades vegetales, lo que provoca hambre en millones de personas y afecta gravemente a la agricultura, el principal sustento de las comunidades rurales. Las plagas impactan la producción de alimentos tanto directa como indirectamente, ya sea causando pérdidas en las cosechas o reduciendo los ingresos por la insuficiencia de los cultivos comerciales (Quiñones, 2020).

Relevancia de los *Noctuidae*

Los *Noctuidae*, comúnmente conocidos como polillas nocturnas, gusanos cortadores o gusanos del ejército, son una familia de insectos que incluye especies plaga significativas como *Spodoptera* y *Helicoverpa*.

Las orugas del género *Spodoptera* son polífagas y se alimentan de una amplia variedad de plantas, registradas en más de 40 familias, principalmente dicotiledóneas. La identificación precisa de estas especies es crucial para la protección de cultivos agrícolas (Muddasar y Venkateshalu, 2017). Estas orugas presentan una amplia distribución geográfica, y algunas especies se consideran migratorias de larga distancia. Este comportamiento migratorio permite que invadan nuevas áreas, aumentando el desafío para su control. Además, algunas larvas de este género son difíciles de manejar porque han desarrollado resistencia a los insecticidas químicos más comunes. Esta resistencia complica más las estrategias de manejo integrado de plagas, haciendo necesaria la búsqueda de alternativas más sostenibles y efectivas para su control (Portugal, 2021).

Las plagas del género *Helicoverpa* se alimentan de las partes reproductivas de los cultivos, como espigas, vainas y capullos, causando un daño directo a la producción. Son polífagas, lo que les permite desarrollarse simultáneamente en diversos hospederos dentro de una región y mantener sus poblaciones explotando una sucesión de recursos tanto cultivados como no cultivados. Pueden persistir en bajas densidades no aptas, ya que las hembras tienen alta probabilidad de localizar hospederos adecuados para el desarrollo de su descendencia. La polifagia facilita la variación en el uso de plantas hospederas, beneficiando la supervivencia y desarrollo de los estados inmaduros y aumentando la fecundidad de la hembra adulta. Esto otorga a estas plagas un gran potencial de persistencia y crecimiento (Balbi, 2012).

Materiales y Métodos

Las actividades se hicieron en la Colección Entomológica del Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria, de SENASICA.

Para la revisión del material biológico de la CECR, se examinaron los cajones entomológicos, prestando especial atención a los ejemplares de *Spodoptera* y *Helicoverpa* en la colección de laminillas (**fig. 1**).



Figura 1. Lado izquierdo: cajón entomológico de laminillas; lado derecho: a) Edificio de la Colección Entomológica del CNRF; b) Colección de insectos adultos; c) Colección de insectos inmaduros en alcohol al 70 %; d) Colección de laminillas.



Figura 2. Genitalia de la especie *Spodoptera exigua*.

Durante la revisión, se separaron las laminillas que pertenecían a otros órdenes de insectos, las que estuvieran en mal estado, las que no contenían ninguna información y los géneros dentro de la misma Orden de Lepidópteros.

Asimismo, se utilizaron microscopios ópticos para identificar el género y la especie de Lepidóptera a partir de las genitales contenidas en las laminillas (**fig. 2**), junto con literatura especializada y claves

dicotómicas para la identificación del insecto antes de la extracción de las genitales usando microscopios estereoscópicos (**fig. 3**).

Simultáneamente, se desarrolló una base de datos que incluye información de recolección como: fecha de colecta, fecha de identificación, fecha de verificación, ID del ejemplar, # de orden, nombre del ejemplar, acrónimo, hospedante, país origen, estado, municipio, localidad, coordenadas geográficas, técnicas utilizadas en la curación, tipo de preparación, método de conservación, temperatura de almacenamiento, número de réplicas, responsable, capturista y familia. Se utilizó un formato estándar para asegurar y facilitar la consulta posterior (**fig. 4**). Para obtener información de los ejemplares, se realizaron búsquedas en bitácoras físicas y electrónicas de la colección utilizando su número de orden para



Figura 3. Insecto adulto para determinación de especie.

su trazabilidad.

Figura 4. Formato estándar de base de datos para el registro de las laminillas en la colección.

Posteriormente, con la información recopilada, se generaron las etiquetas que se añadieron a las laminillas (**fig. 5**); se evaluaron las condiciones físicas de las laminillas, identificando aquellas que requerían intervención, como la eliminación del excedente de Bálsamo de Canadá, sellado con esmalte de uñas transparente y/o limpieza de la laminilla con alcohol al 70 %.

# de orden		Hosp	
Fam		Mpio	
Gen		Estado	
sp		País	
Fecha		N	
Det.		w	

Figura 5. Etiquetas con información relevante del ejemplar que se pegan en la laminilla.

Finalmente, se actualizó la base de datos específica para la colección de laminillas, incorporando los nuevos datos obtenidos durante el proceso de revisión y determinación de especies de los géneros *Spodoptera* y *Helicoverpa*.

Actividades realizadas

Complementando las actividades encaminadas al objetivo general, se realizaron las siguientes actividades:

- ❖ Guía de recorrido de las instalaciones del Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria, ubicando el personal de protección civil y los puntos de reunión ante cualquier emergencia.
- ❖ Participación en el curso introductorio de las Buenas Prácticas de Laboratorio para garantizar la calidad en los procesos de diagnóstico de plagas agrícolas, haciendo buen uso y manejo de los materiales, sustancias químicas y equipos, identificando posibles riesgos en el entorno del trabajo aplicando medidas preventivas y/o correctivas.
- ❖ Preparar y acondicionar el equipo y materiales de laboratorio que se requieren para la extracción y amplificación del ADN de los insectos mediante la técnica de PCR (Reacción en Cadena de la Polimerasa) y análisis de los

productos de PCR mediante electroforesis en gel y visualización de bandas. Para su realización, se tuvo previa capacitación en el programa BioEdit, NanoDrop 2000 y en la preparación de agar.

- ❖ Actividades curatoriales para asegurar la preservación y conservación adecuada de los ejemplares de la Colección Entomológica del Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria, tales como:

- a) Revisión de la colección de insectos adultos montados en alfiler entomológico identificando posibles problemas o necesidades de mantenimiento.
- b) Extracción de ejemplares con necesidades de limpieza utilizando agua destilada, jabón neutro y alcohol al 70 % (fig. 6).
- c) Organización y reordenamiento de los ejemplares en los cajones entomológicos.



Figura 6. Materiales para actividades curatoriales de ejemplares montados en alfiler entomológicos.

- ❖ Depuración de material biológico del Laboratorio de Entomología y Acarología del año 2019 (fig. 7), revisando las muestras para su clasificación, llevando a cabo las prácticas curatoriales de aquellas en buen estado de conservación, o, eliminación del material biológico de baja calidad. Se realizó una base de datos para la trazabilidad de las muestras.



Figura 7. Bolsa para depuración de muestras del año 2019.

- ❖ Se hizo la determinación de insectos plaga de productos almacenados (fig. 8) como *Sitophilus granarius*, *S. zeamais*, *S. oryzae*, *S. linearis*, *Rhizopertha dominica*, *Oryzaephilus surinamensis*, *Acanthoscelides obtectus*, *Zabrotes*

subfasciatus y *Callosobruchus maculatus* teniendo de referencia literatura especializada, claves dicotómicas, uso de microscopio estereoscópico. Se tuvo previa capacitación para llevarlo a cabo.



Figura 8. Muestra de ejemplar para determinación de especies.

- ❖ Se apoyó en acondicionar el material para el curso a aspirantes a Terceros Especialistas Fitosanitarios en Entomología, en noviembre de 2022. Dicho material incluía frascos etiquetados con aceite de clavo, bálsamo de Canadá, KOH, gasolina blanca, agua destilada, alcohol al 70 y 96 % (**fig. 9**), pinceles, minucias y pinzas entomológicas.
- ❖ Apoyo en los siguientes recorridos guiados de la Colección Entomológica (**fig. 10**) para dar a conocer su importancia:
 - a) Visita Nigeria 2022.
 - b) Alumnos de intercambio de la OIRSA (CENADUC) 2022.
 - c) Visita de Dirección en jefe y personal de nuevo ingreso 2023.
 - d) Recorrido a becario de prácticas profesionales.
- ❖ Apoyo en la búsqueda y adecuación de ejemplares para su donación, llevando a cabo las prácticas curatoriales y limpieza previa a su envío.
- ❖ Manejo del macroscopio marca Leica para la toma y edición de fotografías digitales de insectos adultos montados en alfiler de la Colección Entomológica que se ingresaron a la base de BIOTICA.
- ❖ Determinar larvas de género *Anastrepha* (**fig. 11**), mediante el uso de claves taxonómicas para llegar a un resultado de especie, entre *ludens*, *obliqua*, *serpentina* y *striata*; así mismo se realizaron montajes permanentes en laminillas.



Figura 9. Materiales para el curso a aspirantes a Terceros Fitosanitarios en Entomología.



Figura 10. Recorridos en la colección entomológica: a) Visita Nigeria; b) Alumnos de intercambio de OIRSA y c) Recorrido a becario.

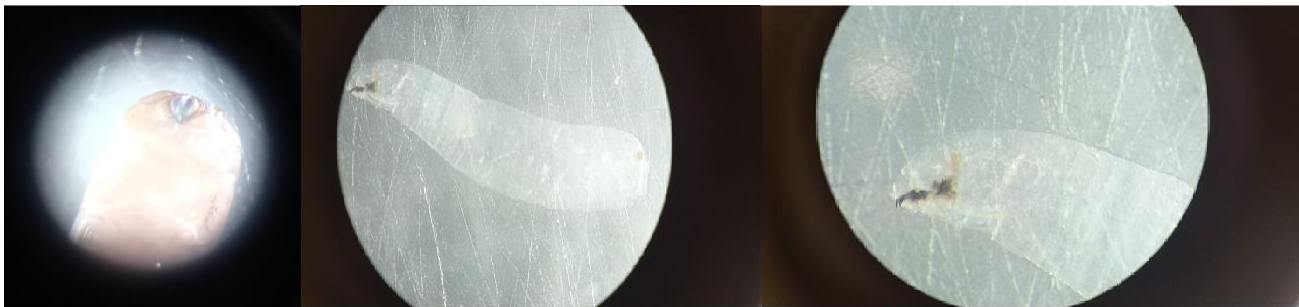


Figura 11. Ejemplar de larva de *Anastrepha*, limpieza de órganos para su montaje en laminillas.

- ❖ Montaje de insectos adultos en triángulo de papel en alfiler entomológico e incorporación de insectos adultos a la Colección Entomológica de *Euwallacea kuroshio*, *Xyleborus ferrugineus* y *Xyleborus volvulus*. También se realizó montaje directo en alfiler entomológico de insectos adultos (**fig. 12**).
- ❖ Determinar mediante montaje de genitalia en laminillas las especies *Helicoverpa zea* y *Sinoe capsana* usando los artículos científicos “A new species of the Genus *Sinoe* (Lepidoptera: Gelechiidae: Litini) from florida” y A new synonym of *Helicoverpa zea* (Boddie) and Differentiation of Adult Males of *H. zea* and *H. armígera*”.
- ❖ Se realizó la actualización de la base de datos de los ejemplares de la Colección Entomológica del Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria, de la sección de montaje en laminillas de la orden Lepidóptera con datos de 1653 laminillas, clasificándolas por Familia, género y especie, limpiando, sellando y etiquetando cada una de ellas.

- ❖ Se realizó una base de datos para elaboración de etiquetas de ejemplares de insectos adultos montados en alfiler para su incorporación a la Colección Entomológica (fig. 13).

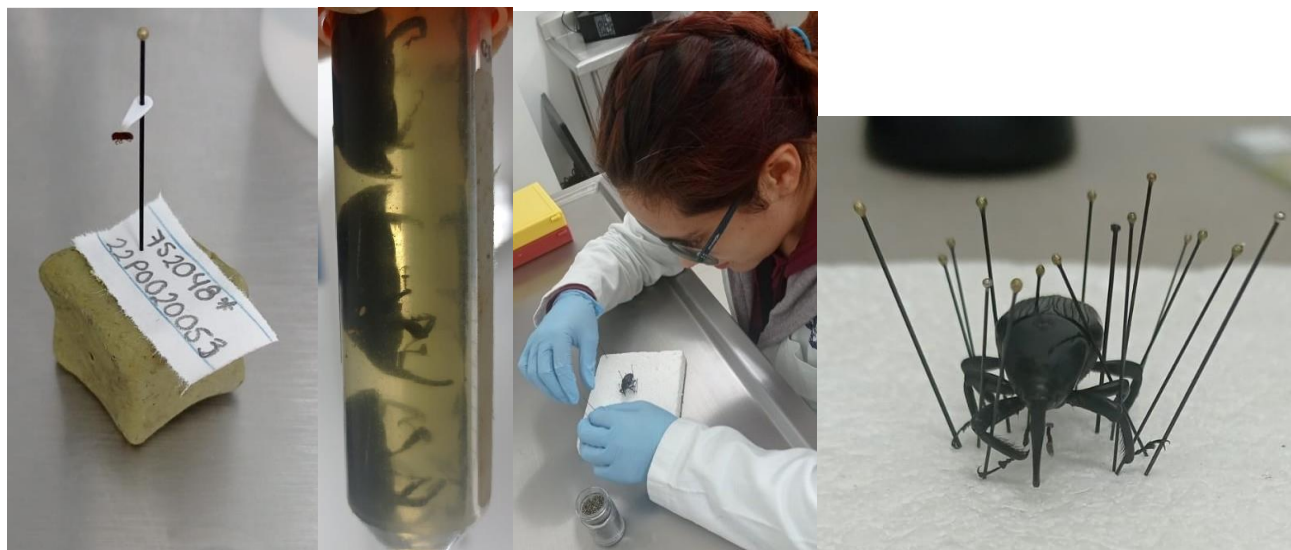


Figura 12. Prestadora de servicio social realizando montaje en triángulo de papel y montaje directo en alfiler entomológico.

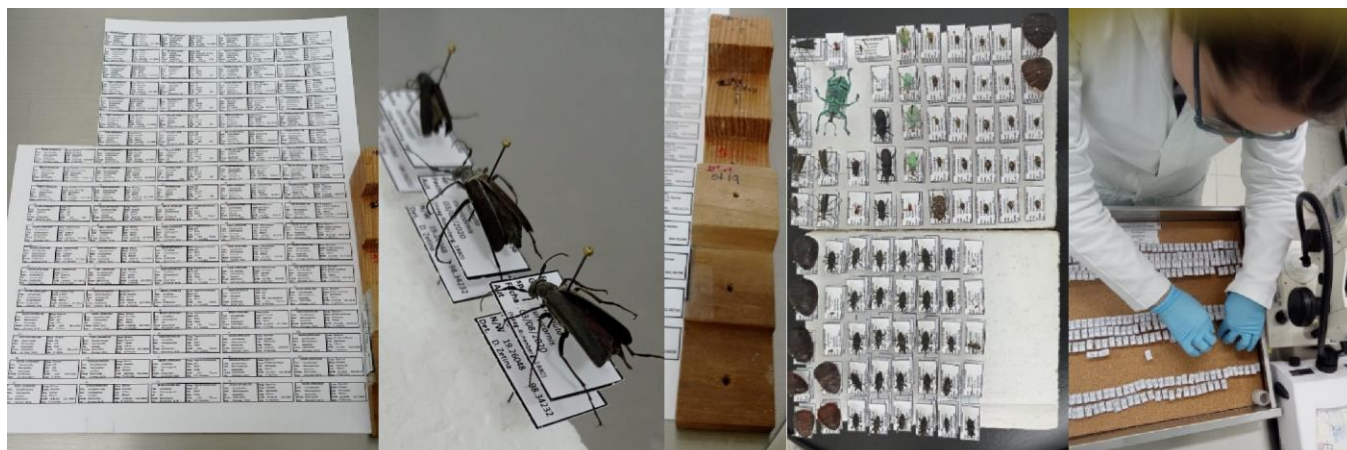


Figura 13. Elaboración de etiquetas para identificar los ejemplares montados en alfiler entomológico utilizando el escalón entomológico, e incorporación de estos ejemplares a la colección de insectos adultos.

- ❖ Ingreso de ejemplares de insectos adultos montados en alfiler entomológico en BIOTICA para su incorporación a la Colección Entomológica.

Metas alcanzadas

- Se examinaron los cajones entomológicos de la colección de laminillas, separando todas las laminillas por orden taxonómica.
- Se depuraron las laminillas de la orden lepidóptera, eliminando aquellas sin datos de información o en mal estado.
- Se actualizó la base de datos de los montajes de laminillas de la orden lepidóptera, registrando información de 1,676 laminillas clasificadas por familia, género y especie, incluyendo los géneros *Spodoptera* y *Helicoverpa*.

- Se limpiaron, sellaron y etiquetaron las 1,676 laminillas pertenecientes a la orden lepidóptera.

Resultados

Después de revisar los montajes de laminillas de la orden lepidóptera, se registró la siguiente información:

Familia	Género	Especie	# de ejemplares	Hospedantes
Noctuidae	Spodoptera	<i>albula</i>	4	Maíz, tomate caña de azúcar, alfalfa, cacahuate, espárrago, garbanzo, jitomate, limón, nopal, sorgo, vid.
		<i>dolichos</i>	5	
		<i>eridania</i>	2	
		<i>exigua</i>	19	
		<i>frugiperda</i>	23	
		<i>ornithogali</i>	8	
		<i>sp.</i>	7	
	Helicoverpa	<i>virescens</i>	2	Alfalfa, algodón, cebada, cebolla, maíz, naranjo, sorgo, soya, tomate, trigo.
		<i>zea</i>	159	
Número total de ejemplares			229	NOTA: hospedantes distribuidos en diferentes coordenadas geográficas de la República Mexicana.

Cuadro 1. Información sobre el registro de la base de datos de los géneros *Spodoptera* y *Helicoverpa* de la orden lepidóptera.

Aunque este trabajo se centró en dos géneros específicos de la orden lepidóptera, se registraron las siguientes especies en la base de datos:

Familia	Género	Especie	
Tortricidae	Pseudexentera		<i>Ofatulena</i>
		<i>hodsoni</i>	<i>sp.</i>
	Platynota		<i>Eucosoma</i>
		<i>sp.</i>	<i>sp.</i>
	Argyrotaenia		<i>Henricus</i>
		<i>franciscana</i>	<i>sp.</i>
		<i>montezumae</i>	<i>Gretchena concitaticana</i>
	Grapholita	<i>sp.</i>	<i>Zomaria</i>
		<i>packardi</i>	<i>sp.</i>
		<i>molesta</i>	<i>Rudenia</i>
		<i>prunivora</i>	<i>Amorbia</i>
		<i>pomonella</i>	<i>cuneana</i>
	Cydia		<i>emigratella</i>
		<i>candana</i>	<i>Platphalonidia</i>
		<i>latiferreana</i>	<i>sp.</i>
	Clepsis	<i>peritana</i>	<i>Phalonidia</i>
		<i>sp.</i>	<i>sp.</i>
	Choristoneura	<i>sp.</i>	<i>Crociosema</i>
		<i>rosaceana</i>	<i>plebejana</i>
	Número total de ejemplares		

Cuadro 2. Información sobre el registro de la base de datos de la familia *Tortricidae* de la orden lepidóptera.

Familia	Género	Especie
<i>Gelechiidae</i>	<i>Tecia</i>	<i>solanivora</i>
	<i>Tinea</i>	<i>sp.</i>
	<i>Bryotropha</i>	<i>sp.</i>
	<i>Mompha</i>	<i>sp.</i>
	<i>Heliothis</i>	<i>virescens</i>
	<i>Euxoa</i>	<i>sp.</i>
	<i>Keiferia</i>	<i>lucopersicella</i>
	<i>Plutella</i>	<i>xylostella</i>
	<i>Capitarsa</i>	<i>sp.</i>
	<i>Sinoe</i>	<i>capsana</i>
	<i>Blastobasis</i>	<i>sp.</i>
	<i>Peridroma</i>	<i>sp.</i>
	<i>Emmelina</i>	<i>monodactyla</i>
	<i>Leucania</i>	<i>intatuans</i>
	<i>Stenoma</i>	<i>catenifer</i>
	<i>Pyrausta</i>	<i>sp.</i>
	<i>Pectinophora</i>	<i>gossypiella</i>
	<i>Sitochroa</i>	<i>sp.</i>
	<i>Hylaea</i>	<i>punctillaria</i>
	<i>Gnorimoschema</i>	<i>sp.</i>
	<i>Parectropsis</i>	<i>sp.</i>
	<i>Xanthorthoe</i>	<i>sp.</i>
	<i>Anarsia</i>	<i>lineatella</i>
	<i>Phigalia</i>	<i>sp.</i>
	<i>Pammene</i>	<i>sp.</i>
	<i>Cochylini</i>	<i>sp.</i>
	<i>Anopina</i>	<i>sp.</i>
	<i>Phthorimaea</i>	<i>operculella</i>
	<i>Sparganopseustis</i>	<i>sp.</i>
	<i>Pelochista</i>	<i>sp.</i>
	<u><i>Scrobipalpa</i></u>	<i>sp.</i>
	<u><i>Acleris</i></u>	<i>sp.</i>
	<u><i>Marmara</i></u>	<i>sp.</i>
		<i>gulosa</i>
<u><i>Filatima</i></u>	<i>sp.</i>	
<u><i>Chionodes</i></u>	<i>sp.</i>	
<u><i>Dichomeris</i></u>	<i>sp.</i>	
<u><i>Phyllonorycter</i></u>	<i>sp.</i>	
<u><i>Dicestra</i></u>	<i>trifolii</i>	
Número total de ejemplares	<u>538</u>	

Cuadro 3. Información sobre el registro de la base de datos de la familia *Gelechiidae* de la orden lepidóptera.

Familia	Género	Especie
<i>Pyralidae</i>	<i>Ephestia</i>	<i>Kuehniella</i>
	<i>Melitara</i>	<i>sp.</i>
		<i>Prodenialis</i>
	<i>Plodia</i>	<i>Interpunctella</i>
<i>Amyelois</i>	<i>transitella</i>	

<i>Cadra</i>	<i>cautella</i>
<i>Acrobasis</i>	<i>nuxvorella</i>
<i>Etiella</i>	<i>zinckenella</i>
<i>Pyrausta</i>	<i>nubilalis</i>
<i>Ephestia</i>	<i>sp.</i>
<i>Cactobrosis</i>	<i>sp.</i>
Número total de ejemplares	64

Cuadro 4. Información sobre el registro de la base de datos de la familia *Pyralidae* de la orden lepidóptera.

Las distintas familias de lepidópteros se encontraron en diversas coordenadas geográficas, incluyendo ejemplares procedentes de Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, China, Costa Rica, E. U. A., Guatemala, Japón, México, Nicaragua, República de Ecuador, Sudáfrica y Uruguay. Así como en diferentes hospedantes como aguacate, alfalfa, algodón, arroz, berenjena, cacahuate, café, caña de azúcar, capulín, cebada, cebolla, cereza, chabacano, chile, chile dulce, chile habanero, chile jalapeño, chile seco, chile serrano, ciruelo, cítrico, coliflor, durazno, espárrago, eucalipto, fresa, garbanzo, granada, guayaba, higuera, jitomate, limón, maíz, manzano, membrillo, mezquite, mora, naranjo, nectarina, níspero, nogal, nuez, olivo, papa, pera, sorgo, tejocote, tomate, tomatillo, toronja, trigo, uva, vid y zarzamora.

Conclusiones

Las colecciones entomológicas desempeñan un papel fundamental en el conocimiento científico, educativo y cultural, actuando como archivos históricos naturales. La Colección Entomológica del Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria del SENASICA en México es esencial para la preservación de la sanidad vegetal y la agricultura, particularmente en la identificación y control de plagas.

El objetivo principal de este trabajo fue generar una base de datos de especies de insectos para facilitar su estudio y control. A través de diversas técnicas de montaje y conservación, y el uso de bases de datos computarizadas, se mejoró la gestión y acceso a información crucial. Las actividades realizadas incluyeron la revisión, clasificación y conservación de especímenes, así como la capacitación en técnicas de laboratorio y curación. Estos esfuerzos contribuyen significativamente a la protección fitosanitaria y a la eficiencia del laboratorio en la identificación y manejo de plagas agrícolas.

A lo largo del proceso, se adquirieron los siguientes conocimientos y habilidades:

- ❖ Buenas prácticas de laboratorio, como el manejo adecuado de vestimenta y limpieza del área de trabajo.
- ❖ Uso de equipo de laboratorio, incluyendo microscopios estereoscópicos, compuestos y macroscópicos.
- ❖ Manejo de reactivos y técnicas de diagnóstico.

- ❖ Utilización de claves dicotómicas para identificar insectos plaga y comprender su comportamiento.
- ❖ Identificación de estructuras internas y externas de insectos de varias órdenes.
- ❖ Proceso de recepción y diagnóstico de muestras en un laboratorio de entomología y Acarología.
- ❖ Aplicación de técnicas de aclarado y montaje de larvas y estructuras internas de adultos de insectos.
- ❖ Selección, incorporación y curación de ejemplares en una colección entomológica.
- ❖ Uso del programa BIOTICA para la gestión de la colección.

Estas habilidades y conocimientos no solo mejoran la eficiencia en la identificación y manejo de plagas, sino que también fortalecen la capacidad de respuesta ante amenazas fitosanitarias, contribuyendo de manera significativa a la protección de la agricultura y los ecosistemas en México.

Bibliografía

Amaru-Castelo, J., San Blas, G. y Yabar-Landa, E. (2021). La familia *Noctuidae* (Lepidóptera) de la Colección entomológica de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco-Cusco (Perú). *Revista del Museo Entomología de la Universidad del Valle*, 20(2):12-24.

Balbi, E. (2012). Caracterización de la composición en especies del género *Helicoverpa* en cultivos de maíz, soja y alfalfa de la región central de Argentina. (Tesis de maestría). Universidad de Buenos Aires. Área Producción Vegetal, orientación en Protección Vegetal, Escuela para Graduados Ing. Alberto Soriano, Facultad de Agronomía.

Cristín, A. y Perrilliat, M. (2011). Las colecciones científicas y la protección del patrimonio paleontológico. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 63(3):421-427.

Gutiérrez, A., Tomesello, J., Manfrino, R., Hipperdinger, M., Falvo, M., D'Alessandro, C. y López, C. (2017). Organización y conservación de la colección de hongos entomopatógenos y simbioses de insectos y otros artrópodos del CEPAVE (CONICET-UNLP). *Revista Argentina de Microbiología*, 49(2):183-188.

Llorente, J. y Castro, J. (2002). Colecciones entomológicas en instituciones taxonómicas de Iberoamérica: ¿hacia estrategias para el inventario de la biodiversidad? *Monografías Tercer Milenio (Sociedad Entomológica Aragonesa-cyted)* 2:207-328.

Márquez, J., Manríquez-Morán, N. L., Castillo-Cerón, J. M. y Goyenechea, I. (2022). Colecciones Entomológicas: Importancia y problemática. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, 30(86):1-4p.

Muddasar y Venkateshalu. (2017). Taxonomic description of the genus *Spodoptera* (Lepidoptera:Noctuidae) from Karnataka. *Journal of Entomology and Zoology Studies*. 5(5):1854-1858

Murillo-Hiller, L. y Lezama, H. (2008). Materiales y técnicas para la confección y preservación de colecciones entomológicas. *II Congreso Nacional de Museos. Museos y Comunidades. Costa Rica*.

Núñez, M. (2007). Introducción general al control de plagas. *Formación y asesoría de empresa en saneamiento ambiental*. UNMSM, pág. 1-12.

Portugel, F. (2021). Papel de la aminopeptidasa-1 y cadherina de *Spodoptera frugiperda* en el mecanismo de acción de las toxinas Cry1Ca y Cry1Fa de *Bacillus thuringiensis* (Tesis de licenciatura). Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Facultad de Ciencias Biológicas. México.

Quiñones, L. (2020). Cambio climático y medio ambiente. Organización de las Naciones Unidas – ONU. Recuperado de la página web: <https://news.un.org/es/story/2020/02/1469441>

Salazar-Basurto, J. (2024). Resguardando la biodiversidad y la economía del país, la función de las colecciones entomológicas. *Revista Científica Ecuatoriana*. Vol. 10.

Trujillo, P., Vargas, L. y Salazar, L. (2014). Clasificación, manejo y conservación de colecciones biológicas. *Momentos de Ciencia*. 11:97-106.

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. *CONABIO*.

Viladot, A. (2020). La conservación de colecciones entomológicas. Facultad de Bellas Artes. Universidad de Barcelona.

Zetina, D. A., Vega-Ortiz, H. E., López-Buenfil, J.A., Hernández-Sosa, L. y Acevedo-Reyes, N. (2018). Conociendo la Colección de insectos de la Dirección General de Sanidad Vegetal. *Boletín de la Asociación Mexicana de Sistemática de Artrópodos*, 2(2):7-10p.