



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

UNIDAD XOCHIMILCO

DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD
DEPARTAMENTO EL HOMBRE Y SU AMBIENTE
LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

INFORME FINAL DE SERVICIO SOCIAL
POR ACTIVIDADES RELACIONADAS CON LA PROFESIÓN

Título:

Capacitación en el manejo de equipo y material biológico con orientación en agricultura

QUE PRESENTA EL ALUMNO:

Rodrigo Castro Acosta

Matrícula

2193067777

Asesora Interna:

Dra. Silvia Rodríguez Navarro

Número económico: 20232

Departamento Producción Agrícola y Animal,

División de Ciencias Biológicas y de la Salud.

Universidad Autónoma Metropolitana - Unidad Xochimilco.

Asesor externo:

Dr. Gabriel Otero Colina

Cédula profesional: 549553

Posgrado en Fitosanidad-Entomológica y Acarología.

Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo.

Ciudad de México, a 29 de agosto de 2024

Resumen

Este proyecto de Servicio Social titulado “Capacitación en el manejo de equipo y material biológico con orientación en agricultura”, tiene la finalidad de establecer que mediante el uso de buenas técnicas y métodos avanzados de laboratorio y en campo, así como el manejo responsable de material biológico experimental vivo permite el desarrollo de habilidades para facilitar la metodología y la comprensión de las investigaciones de diversos temas como la agricultura. Las actividades establecidas para el proyecto se efectuaron principalmente en el Laboratorio de Acarología, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Se realizaron técnicas de biología molecular como extracción de ADN, pruebas PCR, electroforesis y secuenciación de ADN. En laminillas y bajo el microscopio estereoscópico se elaboraron montajes de ácaros depredadores de importancia agrícola utilizando como medio líquido de Hoyer. Además en un microscopio electrónico de barrido se realizó la revisión de las laminillas de ácaros se revisaron y fotografiaron; se elaboró material didáctico para divulgación científica. También, mediante la técnica de micropropagación en medio de cultivo Murashige and Skoog (MS) se llevó a cabo la propagación *in vitro* de plantas. Para el manejo de las colmenas ubicadas en la zona de compostaje, se utilizó equipo de protección y equipo como ahumador y acuña. Al término de la realización del Proyecto de Servicio Social, se puede concluir que: 1. Los ácaros depredadores son artrópodos benéficos utilizados en el control biológico para gestionar y reducir las poblaciones de plagas en diversos entornos agrícolas y hortícolas. 2. El manejo de ácaros, permite realizar estudios morfológicos y/o genéticos, inventarios faunísticos de una región determinadas; 3. La elaboración de materiales didácticos con la finalidad de compartir el conocimiento científico del área agrícola hacia investigadores, estudiantes y al público interesado del tema sobre aspectos biológicos y la función que cumple dentro en el agroecosistema circundante. El empleo de equipos de laboratorio y campo convencionales, en conjunto con uso de equipos tradicionales y el aprovechamiento de las nuevas tecnologías permite mejorar las técnicas y comprobar entre resultados. Una parte importante del desarrollo de habilidades de equipos es su accesibilidad, el intercambio de conocimientos entre estudiantes a nivel posgrado así como la disposición de seguir aprendiendo técnicas para un crecimiento profesional completo.

Palabras clave: manejo de equipo, técnicas de laboratorio, material biológico, análisis molecular, ácaros.

Índice

Resumen.....	1
Introducción.....	3
Fecha y lugar de realización del Servicio Social.....	4
Marco Institucional.....	4
Misión:.....	4
Visión:.....	4
Compromiso social:.....	5
Objetivo de las actividades realizadas.....	5
Objetivo general.....	5
Objetivos específicos.....	5
Metodología.....	6
Descripción específica de las actividades desarrolladas.....	6
Descripción del vínculo de las actividades desarrolladas con los objetivos de formación del Plan de Estudios.....	8
Metas alcanzadas.....	9
Referencias bibliográficas.....	10
Anexos.....	12

Introducción

La práctica de buenos métodos y procedimientos avanzados en investigaciones con orientación a la agricultura y otros sectores son fundamentales para el desarrollo de proyectos y la obtención de resultados deseables; por lo que, la práctica constante y la actualización en técnicas de laboratorio y campo son necesarias en la elaboración de nuevo conocimiento y en la formación profesional del investigador en diversas ramas de la ciencia.

Por ejemplo, la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) es, sin lugar a dudas, la técnica más importante y revolucionaria en biología molecular, debido a que permite obtener *in vitro* millones de copias de un fragmento de ADN a partir de una sola molécula. (Fierro, 2014). Con el método de electroforesis en gel de agarosa se puede separar fragmentos de ADN en función de su tamaño, visualizarlos mediante una sencilla tinción, y de esta forma determinar el contenido de ácidos nucleicos de una muestra, teniendo una estimación de su concentración. Además, podemos además extraer del gel los fragmentos de ADN que sean de interés, para posteriormente utilizarlos en diferentes aplicaciones (Serrato et al., 2014), entre ellos, pueden aplicarse para la identificación de secuenciaciones de ADN de especies de importancia agrícola como microartrópodos.

Los ácaros depredadores son artrópodos benéficos utilizados en el control biológico para reducir las poblaciones de plagas en diversos ambientes agrícolas y hortícolas. Estos microartrópodos son enemigos naturales de ácaros e insectos que se alimentan de plantas, como la araña roja, la mosca blanca y los trips (Koppert, 2024). El manejo de ácaros, permite realizar estudios morfológicos y/o genéticos, inventarios faunísticos de una región determinadas y materiales didácticos (Palacios-Vargas y Mejía-Recamier, 2007) con la finalidad de informar aspectos biológicos y su importancia en el ambiente a investigadores, estudiantes y al público interesado.

El cultivo *in vitro*, significa cultivar plantas dentro de un frasco de vidrio en un ambiente artificial. Esta forma de cultivar las plantas tiene dos características fundamentales: la asepsia y el control de los factores que afectan el crecimiento (con nutrientes necesarios, condiciones óptimas y aprovechando las características totipotenciales y fenotípicas altamente estables para maximizar su desarrollo (Alcantara-Cortes *et al.*, 2017)). La micropropagación, es una de las aplicaciones más generalizadas del cultivo *in vitro* que, a partir de un fragmento de una planta madre, se obtiene una descendencia uniforme, con plantas genéticamente idénticas (Castillo, 2004).

La apicultura tiene importancia socioeconómica y ecológica ya que las abejas son fundamentales para el equilibrio del medio ambiente ya que al obtener el alimento de las flores fomentan en las plantas la capacidad de fecundarse (Instituto Nacional de la Economía Social, 2018)

Una colmena saludable es la que tiene buena condición corporal (cantidad de abejas por marco, cría) y reservas (miel y pan de polen) además de la ausencia de las manifestaciones de enfermedad. Hay factores que pueden afectar la colmena y debilitar su salud como el hacinamiento, la alta humedad o poca ventilación, el fuerte viento, la falta de alimento, la presencia de algún agente químico (plaguicidas u otros) (Baldi *et al.*, 2022)

Fecha y lugar de realización del Servicio Social

El Proyecto de Servicio Social abarcó del 21 de noviembre de 2023 al 30 de mayo de 2024 y se realizó en el Laboratorio de Acarología en el Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo con dirección Carretera México-Texcoco Km. 36.5, Montecillo 56320, Estado de México, México.

Marco Institucional

(Colegio de Postgraduados, Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2024)

Misión:

- Mejorar la calidad de vida de la población, a través de la formación de personas con enfoque innovador mediante la educación de posgrado, la investigación y la vinculación, contribuyendo al fortalecimiento del sector agroalimentario y ambiental.

Visión:

- Nuestros egresados e investigadores innovan con valores humanistas y capacidades técnico – científicas en favor de la agricultura sustentable, el ambiente y la sociedad.

Compromiso social:

- Educar y formar personas creativas, innovadoras y con sentido humanista que atiendan las necesidades agroalimentarias de la sociedad en un contexto de desarrollo sustentable.
- Realizar investigación generadora de conocimiento pertinente para el manejo sustentable de los recursos naturales y la producción de alimentos nutritivos e inocuos, y de otros bienes y servicios.
- Mejorar la calidad de vida de la sociedad y retroalimentar las actividades académicas a través de la vinculación.
- Contar con procesos administrativos certificados que apoyen en forma eficaz y eficiente las actividades sustantivas de la Institución.

Objetivo de las actividades realizadas

Objetivo general.

- Adquirir conocimientos prácticos en el manejo de equipo y material biológico como apoyo en investigaciones en desarrollo con orientación a la agricultura mediante la participación en diversas actividades en laboratorio y campo.

Objetivos específicos.

- Capacitación en el análisis molecular de muestras de material biológico, extracción de ADN, reacción en cadena de la polimerasa (PCR) y electroforesis de material vegetal y animal.
- Formación en las diferentes técnicas sobre el manejo y montaje de microartrópodos para su observación al microscopio óptico y electrónico de barrido.
- Formación sobre el manejo de plantas experimentales para su propagación *in vitro*.
- Entrenamiento en el manejo y mantenimiento de colmenas experimentales.

Metodología

Se realizaron búsquedas de información básica sobre ADN, métodos de extracción y preparación de medios para electroforesis en diferentes bases de datos como el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, National Human Genome Research Institute y Zymo Research Corporation así como artículos científicos de revistas universitarias.

En los Laboratorios Generales del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, se aplicaron dos métodos de extracción de ADN para ácaros e insectos, basados en el protocolo de extracción destructiva de Kilmov y O'Connor, 2007, además del uso de sus buffers y kits específicos; y el método para insectos "Quick-DNA Tissue/insect M.K", del mismo modo, se consultó un protocolo y el uso de iniciadores para la realización de prueba de la reacción en cadena de la polimerasa (PCR)

Para la actividad de montaje de ácaros depredadores en laminillas, se utilizó microscopio estereoscópico y medio líquido de Hoyer; de igual manera, se utilizaron pequeños cilindros de latón, cinta adhesiva y microscopio electrónico de barrido para el montaje y su posterior fotografía, los ejemplares montados fueron tomados de tubos con ácido láctico proporcionados por la empresa Koppert ubicada en El Marqués, Querétaro, México. En el manejo de edición de imágenes se utilizó el programa GIMP (versión 2.10.36).

Para la propagación *in vitro* de plantas, se utilizó como material biológico, pequeñas plántulas mediante la técnica de micropropagación en medio de cultivo Murashige and Skoog (MS). Por último, para el mantenimiento de los apiarios ubicados en la zona de compostaje, se utilizó vestimenta de protección indispensable y equipo como ahumador y acuña para el manejo de las colmenas.

Descripción específica de las actividades desarrolladas

- Capacitación sobre el manejo de equipo de laboratorio como micropipeta, vórtex, limpiador ultrasónico, campana de flujo laminar, campana de vacío y programación de termociclador. (Figura 1)

- Participación en las técnicas de extracción destructiva de ADN para ácaros mediante el protocolo de Kilmov y O'Connor, 2007; uso de buffers y kits específicos; y el método "Quick-DNA Tissue/insect M.K". Se utiliza *Polyphagotarsonemus latus* para extracción (Figura 2)
- Aplicación del protocolo y uso de iniciadores para prueba de reacción en cadena de la polimerasa (PCR) en el ácaro *Polyphagotarsonemus latus*.
- Aplicación de técnicas para prueba PCR y otros métodos de preparación de gel en agarosa para electroforesis.
- Secuenciación de secuencias de ADN mediante el programa "Molecular Evolutionary Genetics Analysis"
- Selección, colecta y almacenamiento en ácido láctico de ácaros depredadores. (Figura 3). En la Tabla 1 se encuentra la lista de especies de ácaros con los que se estuvo trabajando: *Amblydromalus limonicus*, *Amblyseius swirskii*, *Carpoglyphus lactis*, *Lepidoglyphus destructor*, *Neoseiulus californicus*, *Neoseiulus cucumeris*, *Phytoseiulus persimilis* blanco, *Phytoseiulus persimilis* rojo, presa sin identificar de *A. limonicus*, y presa sin identificar de *N. cucumeris*
- Montaje de ácaros en laminillas utilizando microscopio estereoscópico y líquido de Hoyer como medio de montaje. (Figura 4)
- En la Colección de laminillas, se marcaron los organismos con un marcador permanente para la localización más rápida de los ejemplares.
- Etiquetado de la Colección de laminillas con datos de colecta y determinación taxonómica.
- Procesamiento y montaje de ejemplares de ácaros para su observación al microscopio electrónico de barrido. (Figura 5)
- Sesión de microscopio electrónico de barrido para la observación y toma de fotografía de ácaros previamente montados. (Figura 6)
- Procesamiento y montaje de ácaros recolectados de una granja de grillos en laminillas utilizando el líquido de Hoyer como medio de montaje.
- Propagación *in vitro* de plantas mediante la técnica de micropropagación en medio de cultivo Murashige and Skoog (MS).
- Preparación de solución nutritiva para plantas de zarcamoras. (Figura 7)
- Elaboración de la base de datos e inventario de iniciadores para replicación de ADN: nombre del primer y la cantidad de soluciones madre y de trabajo. (Figura 8)
- Revisión y control de calidad de la base de datos de los iniciadores disponibles.

- Participación en la elaboración de material didáctico de claves taxonómicas de familias de ácaros de importancia agrícola: claves de géneros de la familia Tetranychidae a nivel mundial.
- Elaboración del inventario de reactivos disponibles en oficina y laboratorio de Acarología, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo.
- Utilización de cámara lúcida como práctica para elaborar esquemas de ilustración científica. (Figura 9)
- Preparación de alcoholes a diferentes porcentajes a partir de alcohol al 96%.
- Observación del estado del apiario y de sus colmenas ubicadas cerca de la zona de compostaje dentro de las instalaciones del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. (Figura 10)
- Mantenimiento y manejo de colmenas experimentales.
- Asistencia a conferencia sobre inteligencia artificial.
- Instalación de software para edición de fotografías (GIMP).
- Edición de imágenes de ácaros obtenidas por microscopio electrónico de barrido para divulgación científica. (Figura 11)

Descripción del vínculo de las actividades desarrolladas con los objetivos de formación del Plan de Estudios

La participación en actividades relacionadas con la capacitación en el manejo de técnicas avanzadas de equipo y material biológico experimental para investigaciones científicas con énfasis en área agrícola, reafirmó los contenidos de los módulos del plan de estudios:

- Plagas y Enfermedades de un Recurso Natural con énfasis en los ciclos de vida, manipulación y procesamiento de ejemplares de ácaros tanto fitófagos como depredadores, de importancia agrícola y económica en México.
- Historias de vida, de plantas ornamentales y colmenas para su comprensión y aplicación en el diagnóstico de las condiciones que puedan afectar a la productividad, propagación y desarrollo.
- Procesos Celulares Fundamentales, en la aplicación de conceptos básicos de biología celular y molecular como la estructura del material genético animal y vegetal.

Metas alcanzadas

Después de la realización del Proyecto de Servicio Social titulado “Capacitación en el manejo de equipo y material biológico con orientación en agricultura”, durante el periodo del 21 de noviembre de 2023 al 30 de mayo de 2024 en el Laboratorio de Acarología en el Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, las metas alcanzadas fueron:

- Adquisición de habilidades para el manejo de equipo de laboratorio y su aplicación en actividades de investigación en área agrícola.
- Aplicación de técnicas y protocolos específicos en el procesamiento de materiales tanto vegetal como animal: microartrópodos (ácaros), plantas y colmenas experimentales.
- Reforzamiento de conceptos y aspectos teóricos previamente aprendidos en los Módulos: Procesos Celulares Fundamentales, Plagas y Enfermedades de un Recurso Natural, e Historias de Vida.
- Uso de las tecnologías y software de procesador de textos y edición de imágenes empleados en investigación y divulgación científica.
- Participación, trabajo colaborativo y apoyo en actividades de investigación del Laboratorio de Acarología del Programa de Posgrado de Fitosanidad del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco considerado un centro de investigación con reconocimiento Nacional e Internacional enfocada a la agricultura en México.
- Manejo de información, términos y nombre científicos específicos del área de agricultura y de acarología en idioma inglés.
- Obtención y práctica de la habilidad fina para la selección, colecta, manipulación, montaje y procesamiento de ejemplares.
- Aplicación del Método Científico para establecer objetivos y metas a corto, mediano y largo plazos para la elaboración de una investigación de impacto en el sector científico y al público en general.

Referencias bibliográficas

- Alcántara-Cortes, J. S., Castilla-Pérez, M. G., y Sánchez-Mora, R. M. (2017). Importancia de los cultivos vegetales Invitro para establecer bancos de germoplasma y su uso en investigación. *Biociencias (UNAD)*, 1(1). <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/Biociencias/article/view/2222>
- Baldi, B. M.; Brelis, L. E.; Busch, V. M.; Esposito, N. N.; Genevois, C. E.; *et al.* (2022). Manual de buenas prácticas de apicultura: Mas abejas y toda la vida. *Universidad Nacional de Entre Ríos* 81(1). <https://www.fb.uner.edu.ar/contenidos/575/mas-abejas-y-toda-la-vida>
- Castillo, A.R. (2004). Propagación de plantas por cultivo in vitro: una biotecnología que nos acompaña hace mucho tiempo. <http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/111219220807102417.pdf>
- Colegio de Postgraduados. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, Gobierno de México. Marco Institucional <https://www.colpos.mx/cp/conocenos>
- de Dios, T., Ibarra, C. y Velasquillo, C. (2013). Fundamentos de la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) y de la PCR en tiempo real. *Investigación en Discapacidad*, 2(2), 70-78.
- EDVOTEK. (2016). *Principio y práctica de la electroforesis en gel de agarosa*. EDVO-Kit n.º 101. <https://www.edvotek.com/site/pdf/101sp.pdf>
- Fierro, F. (2014). Electroforesis de ADN. En Cornejo, A., Serrato, A., Rendón, A. y Rocha M.G (Comps.). *Herramientas moleculares aplicadas en ecología: aspectos teóricos y prácticos* (pp. 27-51) [https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/770DBBBD5ADF759505257D4900580FE6/\\$FILE/HerramientasMolecularesAplicadasEcolog%C3%ADa.pdf](https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/770DBBBD5ADF759505257D4900580FE6/$FILE/HerramientasMolecularesAplicadasEcolog%C3%ADa.pdf)
- Global Biodiversity Information Facility GBIF. (2024). [Base de datos]. *Acceso abierto y gratuito a datos sobre biodiversidad*. <https://www.gbif.org/es/>
- Instituto Nacional de la Economía Social (2018). *Historia e importancia de la Apicultura*. <https://www.gob.mx/inaes/articulos/historia-e-importancia-de-la-apicultura>
- Kimball, S. y Mattis, P. (2024). *GNU IMAGE MANIPULATION PROGRAM (GIMP)* (versión 2.10.36) [software]. <https://www.gimp.org/>
- Klimoc, P. B. y Oconner, B. M. (2008). Origin and higher-level relationships of psoroptidium mites (Acari: Astigmata: Psoroptidia): Evidence from three molecular genes. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 47(3), 1135-1156. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2007.12.025>

- Koppert (2024). *Ácaros depredadores* .<https://www.koppert.mx/proteccion-de-cultivos/control-biologico-de-plagas/acaros-depredadores/#ventajas>
- National Human Genome Research Institute. (2024). Electroforesis. En *Glosario parlante de términos genómicos y genético*. <https://www.genome.gov/es/genetics-glossary/Electroforesis>
- Nei, M., Kumar, S., Tamura, K., Stecher, G., Peterson D. y Peterson N. (1993). *Molecular Evolutionary Genetics Analysis* (versión 11.0.10) [software] <https://www.megasoftware.net/>
- Palacios-Vargas, J.G. y Mejía-Recamier, B.L. (2007). *Técnicas de colecta, montaje y preservación de microartrópodos edáficos*. Prensas de Ciencias. UNAM.
- Serrato, A.; Flores, Ll.; Aportela, J., y Sierra E. (2014). En Cornejo, A., Serrato, A., Rendón, A. y Rocha M.G (Comps.). *Herramientas moleculares aplicadas en ecología: aspectos teóricos y prácticos* (pp. 53-73) [https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/770DBBBD5ADF759505257D4900580FE6/\\$FILE/HerramientasMolecularesAplicadasEcolog%C3%ADa.pdf](https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/770DBBBD5ADF759505257D4900580FE6/$FILE/HerramientasMolecularesAplicadasEcolog%C3%ADa.pdf)
- Zymo Research Corp. (2024). *Instruction Manual Quick-DNA™ Tissue/Insect Microprep Kit. Catalog No. D6015*. <https://www.bioscience.co.uk/userfiles/pdf/Quick-DNA%20Tissue%20Insect%20Microprep%20kit%20protocol.pdf>

Anexos

Tabla 1. Lista de especies de ácaros colectados y montados.

No.	Nombre científico / Especie Autor	Género	Familia	Referencia*
1	<i>Amblydromalus limonicus</i> (Garman & McGregor, 1956)	<i>Amblydromalus</i>	Phytoseiidae	https://www.gbif.org/es/species/177312482
2	<i>Amblyseius swirskii</i> (Athias-Henriot, 1962)	<i>Amblyseius</i>	Phytoseiidae	https://www.gbif.org/es/species/2186071
3	<i>Carpoglyphus lactis</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Carpoglyphus</i>	Carpoglyphidae	https://www.gbif.org/es/species/2182003
4	<i>Lepidoglyphus destructor</i> (Schrank, 1781)	<i>Lepidoglyphus</i>	Glycyphagidae	https://www.gbif.org/es/species/159938030/verbatim
5	<i>Neoseiulus californicus</i> (McGregor, 1954)	<i>Neoseiulus</i>	Phytoseiidae	https://www.gbif.org/es/species/2187559
6	<i>Neoseiulus cucumeris</i> (Oudemans, 1930)	<i>Neoseiulus</i>	Phytoseiidae	https://www.gbif.org/es/species/2187387
7	<i>Phytoseiulus persimilis</i> rojo (Athias-Henriot, 1957)	<i>Phytoseiulus</i>	Phytoseiidae	https://www.gbif.org/es/species/2186348

* Información obtenida de las bases de datos de Global Biodiversity Information Facility (GBIF) [consultada, 2024]

Reactivos utilizados para el montaje de los microartrópodos

(Palacios-Vargas, J.G. y Mejía-Recamier, B.L. 2007)

- **Ácido láctico**

- **Líquido de Hoyer**

Agua destilada: 25 ml

Goma arábiga: 15 gr

Hidrato de cloral: 100 gr

Glicerina: 10 ml



Figura 1. Programación de a) termociclador y manejo de b) limpiador ultrasónico dentro de los Laboratorios Generales del Posgrado de Fitosanidad, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo (Diciembre 2023 – Mayo 2024)



Figura 2. Colecta de ácaros hallados en material vegetal mediante pinzas entomológicas y microscopio óptico trabajado en el Laboratorio de Acarología del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo (Febrero 2024)

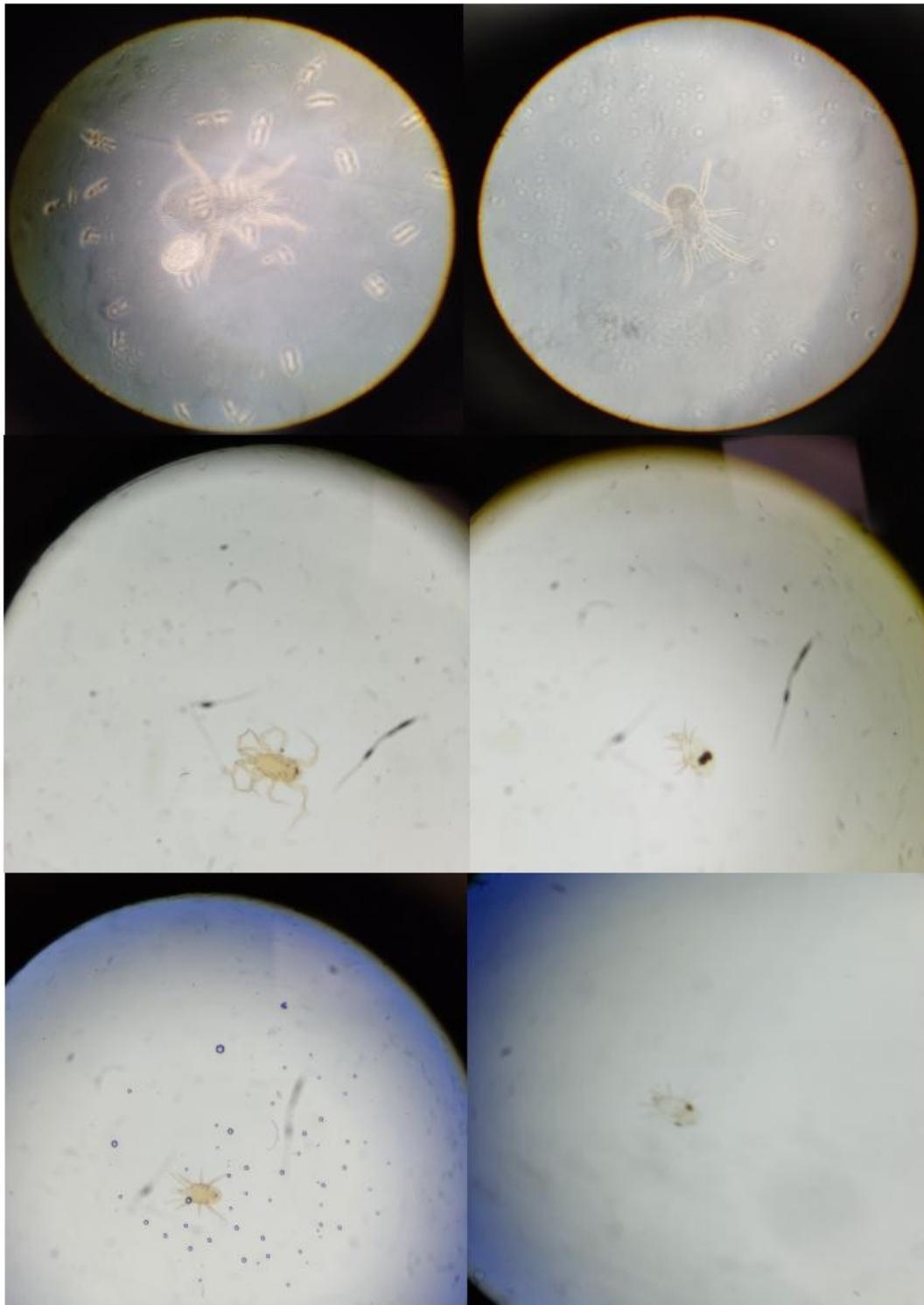


Figura 3. Observación de ácaros (sin identificar) en laminillas, utilizando como medio de montaje el Líquido de Hoyer bajo el microscopio estereoscópico. Ejemplares procesados en el Laboratorio de Acarología, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. (Febrero 2024)

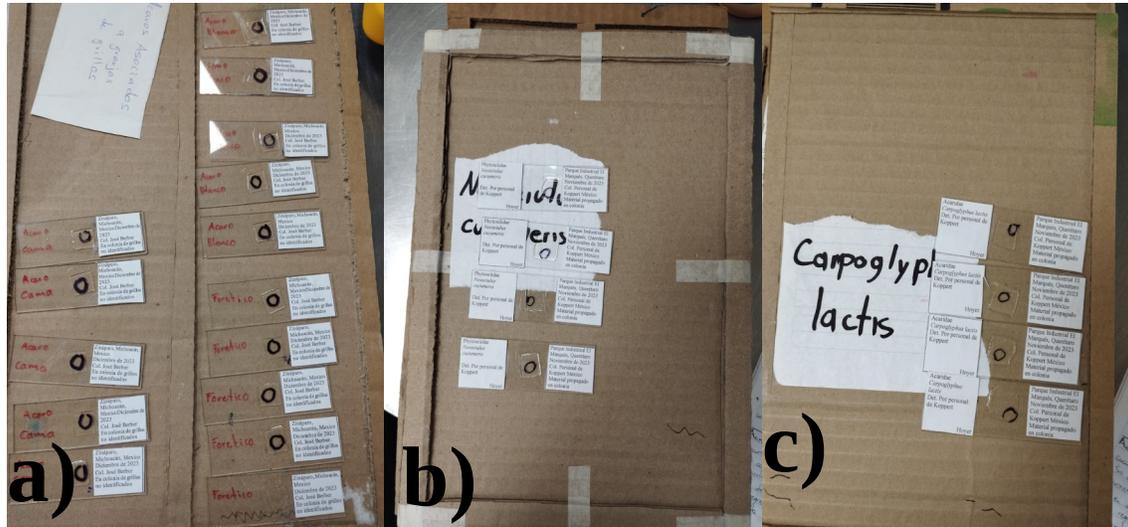


Figura 4. Montaje, marcaje y etiquetado de ácaros en laminillas, utilizando como medio de montaje el Líquido de Hoyer. a) Ácaros provenientes de granja de grillos (sin identificar); b) *Neoseiulus cucumeris* (Oudemans, 1930), c) *Carpoglyphus lactis* (Linnaeus, 1758). Ejemplares procesados en el Laboratorio de Acarología, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. (Diciembre 2023 - Marzo 2024)



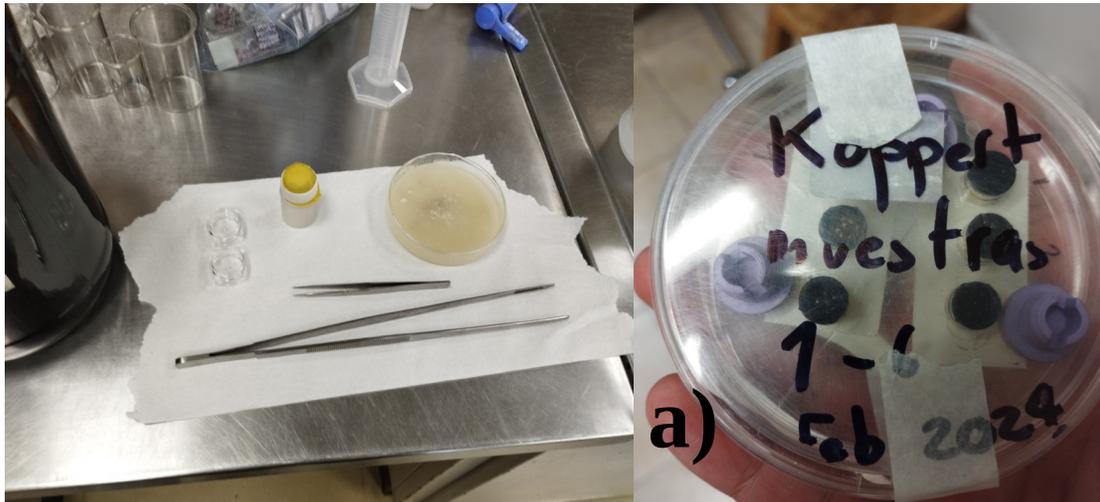


Figura 5. Preparación de equipo y esterilización de material de laboratorio para el procesamiento y montaje de ejemplares de ácaros para observación en el microscopio electrónico de barrido. a) Ejemplares montados listos para observación en el microscopio electrónico de barrido ubicado en los Laboratorios Generales, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo (Febrero 2024)

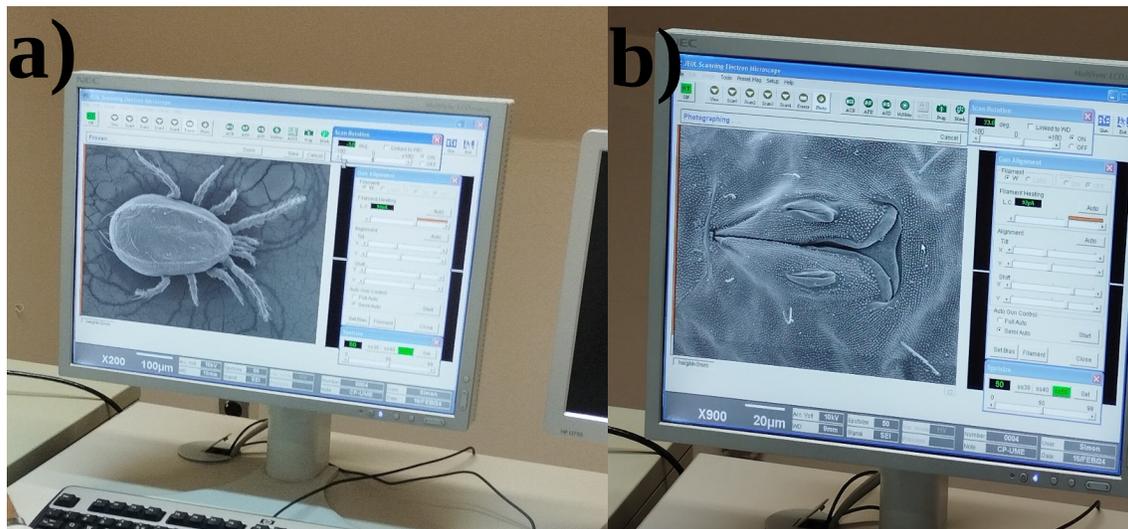


Figura 6. Sesión de microscopio electrónico de barrido para la observación y toma de fotografía de ácaros previamente montados. a) *Neoseiulus californicus* (McGregor, 1954) vista dorsal, b) *Lepidoglyphus destructor* (Schrank, 1781), vista ventral, placa genital. Ejemplares procesados en los Laboratorios Generales, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo (Marzo 2024)



Figura 7. a) Propagación de plantas *in vitro* en frascos de vidrio con sustrato y envueltos en papel aluminio y plástico utilizando la campana de flujo laminar. b) Elaboración de solución nutritiva para plantas de zarzamoras procedentes de Michoacán; ejemplares tomados de un proyecto de grado tesis doctoral asesorado por el Dr. Gabriel Otero Colina, utilizando un agitador electromagnético del Laboratorio de Acarología, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. (Abril 2024)



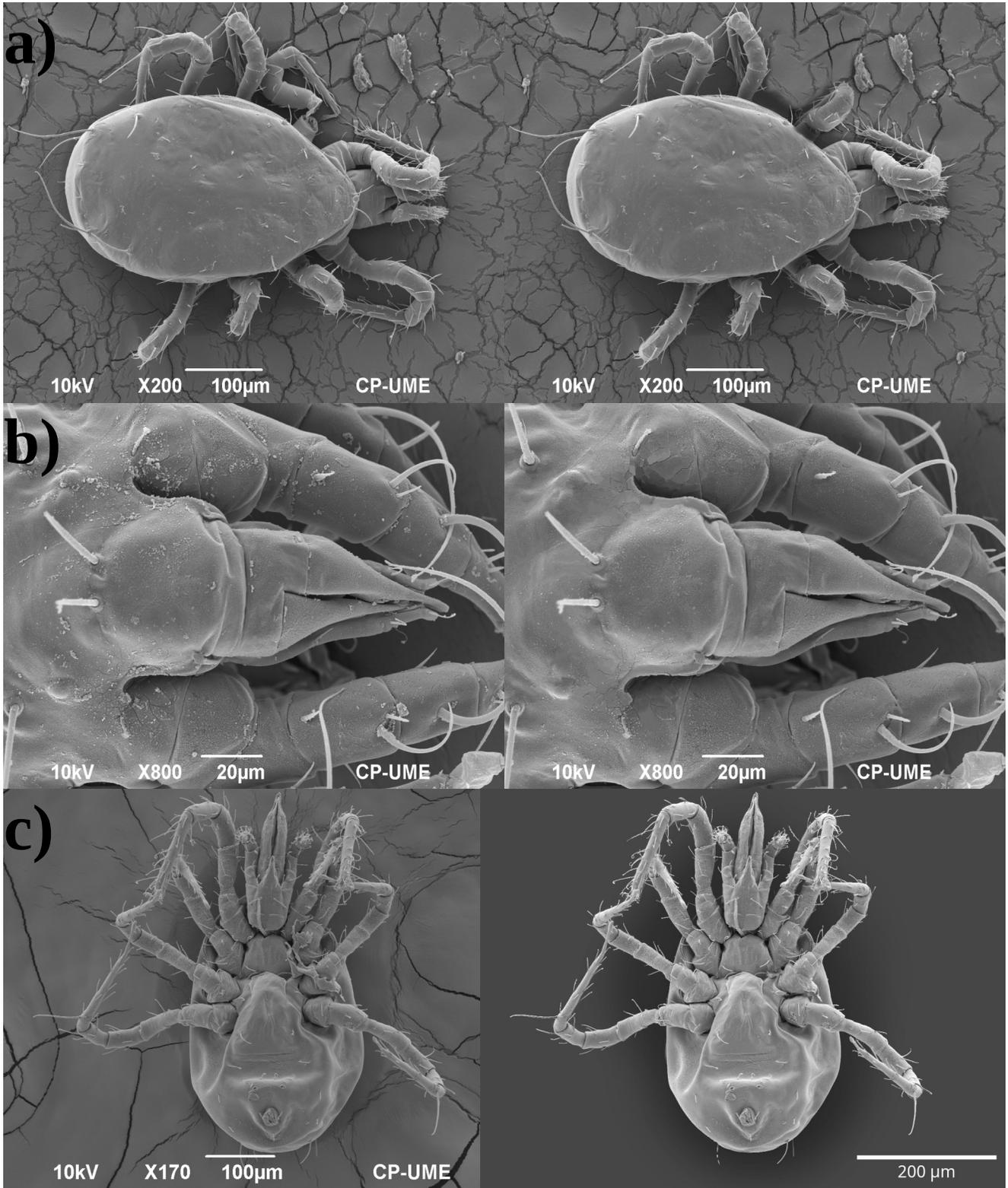
Figura 8. a) Revisión de etiquetas de cada iniciador (nombre, cadena de aminoácidos y solución madre). b) Inventariado de iniciadores y soluciones de trabajo en cajas almacenadas en refrigeración en congelador del Laboratorio de Acarología, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo (Abril 2024)



Figura 9. Cámara lúcida colocada en microscopio óptico utilizada anteriormente en la elaboración de esquemas, equipo disponible en el Laboratorio de Acarología, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo (Abril 2024)



Figura 10. Colmenas en resguardo para limpieza y preparación para ubicarlas cerca de la zona de compostaje dentro de las instalaciones del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. (Mayo 2024)



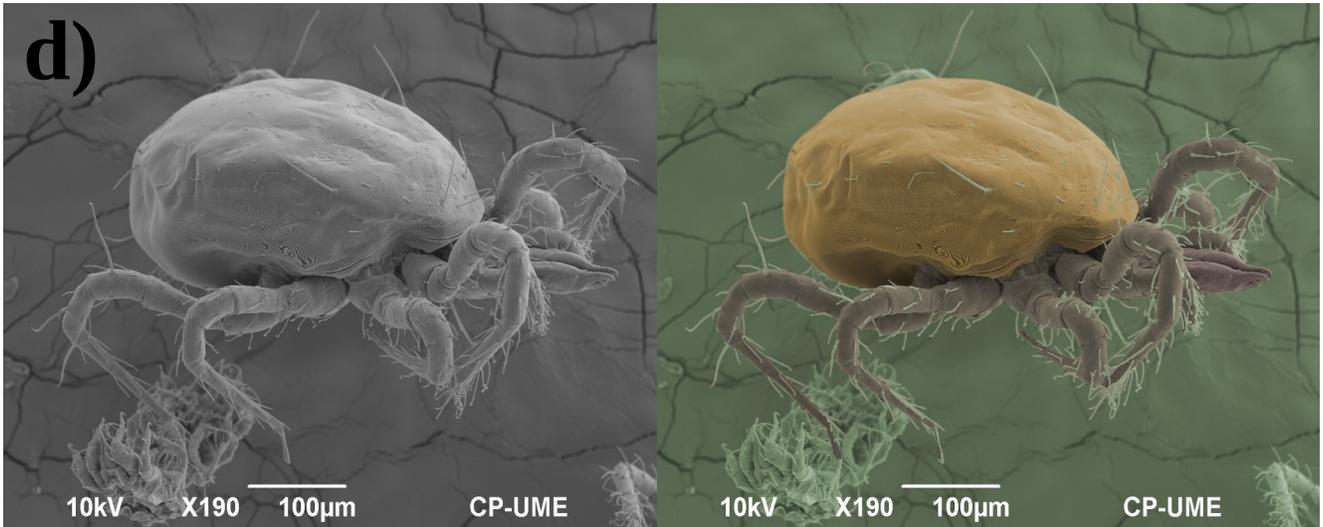


Figura 11. Edición de imágenes en el software GIMP para divulgación científica; limpieza, reparación y coloración de los ejemplares fotografiados desde el microscopio electrónico de barrido procesados en los Laboratorios Generales, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Lado izquierdo es la imagen original y lado derecho es la imagen editada. a) *Carpoglyphus lactis* (Linnaeus, 1758), vista quelíceros; b) *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot, 1962), vista dorsal; c) *Amblydromalus limonicus* (Garman & McGregor, 1956), vista dorsal; y d) *A. limonicus* (Garman & McGregor, 1956), vista lateral. (Mayo 2024)