

Arq. Francisco haroldo Alfaro Salazar
Director de la División
Ciencias y Artes para el Diseño
UAM Xochimilco

INFORME FINAL DE SERVICIO SOCIAL

**Escuela Nacional de Conservación, Restauración y Museografía
(ENCRyM)**

**Laboratorio de Tecnologías Tradicionales y Sostenibilidad para la
Conservación del Patrimonio Cultural**

Periodo: 28 de febrero a 28 de agosto de 2025

**Proyecto: Apoyo en las actividades de investigación, conservación y
restauración del patrimonio cultural**

Clave: XCAD000147

Responsable del proyecto: Mtra. Marlene Samano Chong

Asesor interno: Lic. Diemel Hernández Unzueta



Julia Ibarra de la Peña

Matrícula: 2202037323

Licenciatura: Diseño Industrial

División de Ciencias y Artes para el Diseño

Cel.: 5534811218

Correo electrónico: 2202037323@alumnos.xoc.uam.mx

Índice

Introducción.....	3
Objetivo general.....	3
Actividades realizadas.....	4
Metas alcanzadas.....	5
Resultados y conclusiones.....	7
Recomendaciones.....	8
Referencias.....	9
Anexo.....	9
Anexo 1. Imágenes.....	9

Introducción

El Laboratorio de Tecnologías Tradicionales y Sostenibilidad para la Conservación del Patrimonio Cultural (TECTRAD), de la Escuela Nacional de Conservación, Restauración y Museografía (ENCRyM), se dedica a la investigación y experimentación de formas tradicionales de tratamiento y aplicación en la producción de bienes, así como la exploración de recursos que ayuden a la restauración con un menor impacto ambiental.

La grana cochinilla, insecto parásito del nopal originario de América, ha sido utilizada desde tiempos prehispánicos como pigmento, alcanzando un gran valor comercial y, posteriormente, durante la colonia, se convirtió en un recurso de inmenso valor económico de exportación para los europeos. Su misma explotación y relevancia llevaron al desarrollo de métodos de cultivo en México y otros países de Latinoamérica. Incluso actualmente, aún con el desarrollo de colorantes sintéticos, el pigmento es utilizado.

El carmín obtenido de este insecto es parte de la identidad cultural, así como del patrimonio biocultural, de México. Es por lo anterior que la producción y experimentación con la grana cochinilla en un espacio como TECTRAD, resulta especialmente pertinente. Así, desde finales de 2024, la Mtra. Samano, líder del laboratorio, inició la gestión para crear un vivero para la propagación y experimentación con dicho insecto, con el objetivo de profundizar en el conocimiento y técnicas preindustriales y sostenibles en la restauración, dentro del marco académico.

El presente documento busca desarrollar las actividades realizadas como parte del Servicio Social del 28 de febrero al 28 de agosto del 2025 en la ENCRyM, colaborando en TECTRAD en la investigación sobre la reproducción de la grana cochinilla.

Específicamente, se concentró en la recopilación de información bibliográfica sobre la crianza, métodos de reproducción y ciclo de vida del insecto, así como la observación de prácticas de reproducción de la misma. Esto formó parte de la fase preliminar del proyecto, cuyo propósito era generar insumos y conocimientos para desarrollar el diseño de un vivero en el laboratorio. Si bien no se alcanzó el objetivo final -el diseño del vivero-, el trabajo realizado fue indispensable como base documental para futuras etapas del proyecto.

Objetivo general

Apoyar en la fase preliminar del proyecto de creación de un vivero para la propagación de la grana cochinilla en el Laboratorio de Tecnologías Tradicionales y Sostenibilidad para la Conservación del Patrimonio Cultural, de la Escuela Nacional de Conservación, Restauración y Museografía, a través de la recopilación de información bibliográfica y la observación de prácticas de reproducción.

Actividades realizadas

Al momento del inicio del proyecto, TECTRAD ya contaba con especímenes vivos. Se definió como tarea principal la recopilación de información bibliográfica debido a que había un desconocimiento de sus necesidades de subsistencia, sus características biológicas y los métodos de propagación. Con esto se buscó poder determinar los factores ambientales, los métodos de crianza y toda aquella información necesaria para cubrir vacíos de información respecto a la reproducción de la grana cochinilla.

Para la búsqueda bibliográfica se consultaron libros, artículos académicos, documentación gubernamental y manuales técnicos, principalmente a través de la biblioteca digital de la UAM y bases de datos en línea, priorizando artículos especializados y manuales de manejo. La elección de las fuentes giró en torno al ciclo de vida del insecto, así como métodos y entorno de multiplicación. Los criterios para priorizar las fuentes se basaron en la geografía de las investigaciones, dado que los problemas de cultivo varían según el territorio, la confiabilidad y la relevancia de la información según el objetivo del proyecto.

Aunque la grana cochinilla ha sido estudiada desde hace siglos, se halló limitada bibliografía sobre técnicas, parámetros y estandarizaciones de la cría. Contemplando que es un tema mayoritariamente agrícola, se recurrió a manuales de cultivo de instituciones como la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2018) y la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) (s.f.), al ser las únicas que definen en concreto los procesos, pues están hechas para los productores que buscan crear sus campos o invernaderos de cultivo del insecto.

Resultado de la información obtenida, se identificaron como relevantes tres temáticas. La primera fue el ciclo biológico de la cochinilla, con énfasis en comprender las necesidades de cada fase, la diferenciación entre machos y hembras, así como la determinación de cuándo puede ser pie de cría para expandir el cultivo. La segunda fueron los sistemas de producción, en aras de ubicar la alternativa más adecuada según las condiciones del laboratorio. Y por último, los métodos de propagación, con el objetivo de poder definir los más convenientes para trabajar en TECTRAD.

Existen dos tipos de granas cochinillas: la silvestre y la fina. La primera se caracteriza por tener colorante de baja calidad y concentración. Las segundas, al contrario, tienen un colorante de buena calidad y alta concentración (SAGARPA, Subsecretaría de Desarrollo Rural y Dirección General de Apoyos para el Desarrollo Rural, s.f., p. 2).

Con respecto a la especie de cochinilla fina (*Dactylopius coccus*), requiere de condiciones controladas para su medio de cultivo, como: temperaturas entre 20 y 30°C, buena ventilación y humedad controlada (Castillo Narvaes, 2014, p. 7). Se caracteriza por presentar dimorfismo sexual, donde los machos son pequeños y alados, mientras que las hembras son de mayor tamaño, sedentarias y producen el pigmento (Castillo Narvaes, 2014, p. 17; Portillo y Vigueras, 2018, p. 111). El ciclo

biológico de las hembras varía de 90 a 128 días, según las condiciones ambientales (Castillo Narvaes, 2014, p. 18; Portillo y Vigueras, 2018, p. 111).

Su producción puede llevarse a cabo en dos sistemas, con la planta en pie (cielo abierto, tapexco o microtúnel) o con la penca cortada en invernadero, para controlar el entorno, con distintos acomodos de cladodios. Los principales retos en la producción son las plagas, la cochinilla silvestre, otros insectos y las condiciones climáticas adversas. Por último, existen diversos métodos de infestación y de cosecha, así como de sacrificio y secado o deshidratado, cuyo análisis excede los alcances de este reporte, aunque constituyen un marco de referencia para el futuro diseño del vivero.

Se trabajó directamente con los especímenes ya obtenidos, enfocando la observación en cómo el ambiente, el tipo de nopal, la humedad y la luz afectan tanto el ciclo de vida de los insectos como de la planta hospedera. Sin tener aún temperatura controlada, se mantuvieron las muestras dentro del laboratorio, siendo trasladadas a distintos espacios dentro del mismo y aplicando diferentes métodos de crianza (obtenidos de la investigación teórica) para ver su impacto.

El laboratorio cuenta con un ingreso de luz natural limitado, de igual forma, se realizan distintas investigaciones y experimentos, por lo que la ubicación de las muestras estaba determinada por el espacio disponible y por la prevención de contaminación a otras plantas. Como resultado de ello, los cladodios en un momento fueron movidos a una sección con poca luz, iniciando un proceso de putrefacción y obligando a trasladar los especímenes a nuevas pencas, afectándolos de forma directa y causando la pérdida de varios.

Cabe destacar que en el proceso se descubrió que la especie que se tenía es silvestre, la cual se caracteriza por tener menor tamaño, así, para poder hacer seguimiento fue necesario emplear un microscopio digital, donde se localizaron aproximadamente ocho machos, distinguibles por el par de alas. El deterioro de las pencas sucedió en varias ocasiones, por lo que las muestras estuvieron severamente afectadas por la manipulación, al final, la población sobreviviente fue mínima. Con la observación de la necesidad de los cladodios de estar al sol para detener la descomposición, fueron movidos y con eso, se detuvo la manipulación de las cochinillas.

En el proceso de investigación para la obtención de cochinilla fina, se averiguó que ésta tiene un gran costo, es de suma delicadeza y que no resulta de fácil acceso como se pensaba en un inicio, pues por las mismas características, pocas personas se dedican a su producción y distribución.

Las observaciones fueron de carácter exploratorio y no sistemático, puesto que no se contaba con conocimiento especializado previo sobre la reproducción de la grana cochinilla, por eso mismo, las actividades se desarrollaron de manera simultánea al proceso de aprendizaje conjunto.

Metas alcanzadas

Durante el proceso del servicio social, se obtuvieron los siguientes logros:

- Identificación de la especie a trabajar. La grana cochinilla fina, al tener un mayor valor productivo y económico que la silvestre, ha sido más investigada. Se pudo distinguir la especie gracias a la observación de imágenes en línea, donde es clara la variación de tamaño entre especies (ver Anexo 1, Figuras 1 y 2). Esto determina por completo el rumbo del proyecto. Para su visualización, es necesario contar con equipo, como microscopio electrónico para ver a los ejemplares vivos en las pencas de nopal.

Otra de las grandes características identificadas es la producción de cera, donde, en la fina, se encuentra en la hembra y en la silvestre alrededor de los huevos. Además, estos últimos, se observó que tienen una apertura de forma ovalada en la parte superior, sin embargo, al momento del desarrollo de este documento, se desconoce si es porque eclosionan, porque murieron o por ambas razones. De igual forma, se pudieron identificar los ejemplares masculinos que, en similitud con la fina, cuentan con alas, pero no se confirmó la visualización de las hembras, únicamente por los rastros de carmín posterior a su manipulación (ver Anexo 1, figura 3), no obstante, se desconoce si éstas estaban vivas o muertas.

Debido a la estructura de los nidos recubiertos de cera y al tamaño de la especie, recolectar únicamente a las hembras, que son las que contienen el pigmento, es una tarea de gran dificultad, además de que la cantidad obtenida es mínima. El pigmento de esta especie posiblemente no sería ni puro ni limpio y se necesitarían grandes lotes de poblaciones para conseguir una cantidad considerable de producto, lo que lo vuelve, en términos productivos, poco efectivo.

- Ensayo de métodos de infestación. A raíz de la putrefacción de cladodios donde se encontraban los especímenes de cochinilla, y con el fin de mantenerlas vivas, se probaron procedimientos de infestación para salvar las sobrevivientes y observar si se obtenían resultados positivos.

Uno de los utilizados fue el *Cladodio infestado* (ver Anexo 1, figura 4), que consiste en colocar pencas infestadas con hembras en etapa de oviposición en la base o entre cladodios en la planta hospedera (Portillo y Vigueras, 2018, p. 114). También se probó el *Acomodo horizontal en torre* (ver Anexo 1, figura 5), donde dos pencas son colocadas horizontalmente sobre una superficie, sobre éstas, en posición perpendicular, otras dos, y así sucesivamente (Aldama Aguilera y Llanderal Cázares, 2003, p. 13).

Y por último, los *Nidos de pie de cría*, que, mediante el uso de distintos materiales en forma de nido -en este caso papel-, sostenidas en la penca, se introducen hembras en etapa de oviposición (Álvarez-Romero et al, 2023, p. 2638; Portillo y Vigueras, 2018, p. 114).

Con ninguna de estas técnicas se observó una migración de cochinilla a las plantas hospederas. Cabe destacar que esto se hizo por necesidad, en desconocimiento de si las hembras se encontraban en etapa de oviposición o continuaban vivas después de la constante manipulación.

- Compilación y clasificación de bibliografía actualizada y relevante. Mediante la realización de un documento escrito, se reunió bibliografía especializada, el cual consiste en la primera aproximación sobre la reproducción de la cochinilla en TECTRAD y sirve como base para la continuación del trabajo.
- Identificación los requerimientos para la reproducción de la grana cochinilla, en México, así como los procedimientos empleados en dichos procesos. Dentro del documento mencionado anteriormente, se clasificaron los sistemas de producción en México y otros países, según diversos autores, así como los diversos métodos para el pie de cría, la infestación en los cladodios, la cosecha, el sacrificio, el secado y deshidratado, y, por último, para la obtención del carmín.
- Determinación de las necesidades del laboratorio para poder mantener una producción constante de grana. Aunque este punto se continuará desarrollando y ampliando de información durante todo el desarrollo del proyecto, el proceso experimental y de investigación inicial ayudó a identificar ciertos factores de suma relevancia, como la necesidad de reducir la manipulación de los especímenes y la necesidad de cierta temperatura y aireación para que las pencas no mueran ni se pudran, y por tanto, no perder las muestras.

Resultados y conclusiones

Producto del trabajo realizado, se obtuvieron diversos insumos para la continuidad del proyecto dentro de TECTRAD. En primera instancia los documentales, a través de una síntesis escrita de bibliografía clasificada y actualizada, la cual, también fue la primera sistematización en el laboratorio sobre el tema. Éste mismo ayudó a identificar tres ejes temáticos clase: el ciclo biológico, los sistemas de producción y los métodos de cría, fundamentales para establecer un método de acción en el proceso de investigación, determinar variables en el estudio para identificar qué forma de infestación es la que mejor funciona, así como las características que debe tener el vivero para la colocación de los cladodios (por ejemplo, si serán colgados, puestos en torre, en una base con tierra, entre otros); así como una constancia de los requerimientos generales para su reproducción, como la temperatura, la ventilación y la humedad.

Por otro lado, mediante la observación se confirmó que la especie criada en el laboratorio era silvestre y no fina, una gran limitante para la obtención del pigmento, como se ha mencionado en apartados anteriores. Esto no quiere decir que el pigmento no sea útil, sin embargo no promete ser de fácil extracción ni estar completamente limpio, por ende, su aplicación en la restauración se podrá ver limitada. Posiblemente sea adecuada en la continuidad de la primera parte de la investigación, donde se está llevando a cabo un acercamiento a la exploración en la totalidad de las necesidades climáticas, ambientales y reproductivas de los ejemplares, sin embargo, mediante la misma práctica y análisis de las muestras

obtenidas de pigmento, se deberá determinar si realmente es funcional para el objetivo de la investigación.

Asimismo, se tiene un registro fotográfico de las diferencias entre machos y hembras, así como de rastros de carmín. De igual forma, se detectó que la falta de luz y ventilación provocan la putrefacción de los cladodios y la pérdida de especímenes. Estos últimos, además, se ven afectados por la manipulación constante, disminuyendo así la población con cada traslado.

Como aportaciones experimentales, se hizo prueba de tres métodos de infestación, *cladodio infestado, acomodo horizontal en torre* y *nidos de pie de cría*, que, aunque ninguno tuvo éxito, sí queda como evidencia que no funcionan bajo esas circunstancias, posiblemente resultado de la constante manipulación, pues cada traslado resultaba en pérdidas; la temperatura, la luz y la humedad, al no estar controladas, probablemente afectaron al desarrollo del insecto y de las plantas hospederas, y la putrefacción de los ejemplares de nopal, creando ambientes hostiles y limitando la posibilidad de acceso a alimento, impidiendo su supervivencia y, por tanto, su reproducción y traslado a otros cladodios. También se observó que es fundamental que se controlen los parámetros ambientales mencionados anteriormente antes de intentar una reproducción metodizada.

Como todo ser vivo, la grana fina o silvestre, tiene requisitos específicos para existir, aunque se sistematice el proceso en un entorno artificial, es necesario considerar si es beneficioso continuar trabajando con la silvestre para el cometido que tiene en última instancia TECTRAD, sin embargo, esto implicaría mayor inversión al proyecto para la compra de pie de cría, lo que también significa que las muestras no pueden morir. Por tanto, en términos de rentabilidad, resulta indispensable tener las variables controladas, puesto que, de lo contrario, el diseño del vivero no sería viable. podría haber una pérdida de ejemplares y, por tanto, una mayor necesidad de recursos. Es decir, para continuar hacia el diseño del vivero, se requiere evaluar la posibilidad de inversión en cochinilla fina y en infraestructura que asegure un entorno ambiental adecuado para su supervivencia.

Recomendaciones

Al tener una muestra de cochinillas silvestres y no finas, el laboratorio debe iniciar una sistematización puntual para la reproducción de esta especie con el objetivo de obtener el pigmento. Por sus características, tiene que hacer evaluaciones para verificar que el carmín servirá para el objetivo principal del proyecto: la restauración del patrimonio. En su defecto, sería necesario proceder a la compra y cuidado de cochinilla fina, lo cual también determinará las características del vivero próximo a construir, así como una inversión adicional para la adquisición de pie de cría.

Se continúe trabajando con la silvestre o no, es necesario hacer un seguimiento metódico de la temperatura, luz natural y humedad del laboratorio, mediante una bitácora diaria que permita hacer una comparativa con las variaciones en el día, según el mes y la estación del año. Todo esto con el objetivo de que el diseño del vivero, su futuro hábitat artificial, sea viable y adecuado para TECTAD.

Referencias

- Aldama Aguilera, C., y Llanderal Cázares, C. (2003). Grana cochinilla: Comparación de métodos de producción en penca cortada. *Agrociencia*, 37(1), 11-19. Colegio de Postgraduados. ISSN 1405-3195.
- Castillo Narvaes, J. L. (2014). *Manual para la producción de grana cochinilla* (1.^a ed.). Instituto de Investigaciones y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal del Estado de México - ICAMEX, Gobierno del Estado de México.
- Portillo, L., & Vigueras, A. L. (2018). Cría de grana cochinilla. En P. Inglese, C. Mondragon Jacobo, A. Nefzaoui, C. Sáenz, M. Taguchi, H. Makkar, & M. Louhaichi (Eds.), *Ecología del cultivo, manejo y usos del nopal* (pp. 109-118). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y el Centro Internacional de Investigaciones Agrícolas en Zonas Áridas (ICARDA).
- <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/73ea486f-87b1-4a97-ba94-ebfc89ed528a/content>
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación [SAGARPA], Subsecretaría de Desarrollo Rural y Dirección General de Apoyos para el Desarrollo Rural. (s.f.). 7. *Producción de grana cochinilla*.

Anexo

Anexo 1. Imágenes

En este anexo se presentan las figuras mencionadas a lo largo del reporte.

Figura 1. Grana fina



La grana cochinilla, por México Desconocido. s.f.

Figura 2. Muestra de grana del laboratorio TECTRAD



Autoría propia.

Figura 3. *Rastros de pigmento en penca*



Autoría propia.

Figura 4. *Prueba de infestación con método Cladodio infestado*



Autoría propia.

Figura 5. *Prueba de infestación con método Acomodo horizontal en torre*



Autoría propia.