MARIPOSARIOS DEL NOROESTE DE MÉXICO

"CULTIVANDO SABERES Y **BIODIVERSIDAD**"

1.ª edición 2026



Coordinadores: Gustavo Castañeda de los Santos, Gilberto Márquez Salazar, Adrián Arvizu-Ruiz y Carlos Adán Castillo Ortiz.

MARIPOSARIOS DEL NOROESTE DE MÉXICO
"CULTIVANDO SABERES Y BIODIVERSIDAD"

©Jardín Botánico Benjamín Francis Johnston
©Universidad Tecnológica de Hermosillo

Primera edición: 2026
Hermosillo y Bahía de Kino, Sonora México

Coordinadores: Gustavo Castañeda de los Santos, Gilberto Márquez Salazar, Adrián Arvizu-Ruiz y Carlos Adán Castillo Ortiz.

Diseño: Javier Monrreal Ruiz

Fotografía de portada: Angela Padilla Fuentes

Proyecto: RENAJEB-2023-11 y RENAJEB 2023-15

DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.22818981

ISBN Obra independiente: 978-607-69470-5-0

PRÓLOGO

Estimado lector, tienes en tus manos un concentrado de esfuerzos académicos y comunitarios; de amor y convocatoria para promover el conocimiento y la conservación de una especie emblemática del noroeste de México, la mariposa cuatro espejos (*Rothschildia cincta cincta*). Hoy sabemos que, ciertamente, es una polilla, una mariposa nocturna. Pero no importa, decir mariposa evoca la belleza, fragilidad, fortaleza, movimiento y alegría. La alegría que acompaña a los danzantes venado y pascolas durante las festividades de la Semana Mayor.

La relevancia de la mariposa cuatro espejos se explica más allá de su existencia biológica como especie que abona a la megadiversidad de México, pues sus ejemplares han acompañado ancestralmente a las comunidades humanas asentadas en el noroeste del país. En Sinaloa, Sonora y Chihuahua, su presencia y simbolismo la convierten en un elemento de identidad más poderoso de la cultura de los pueblos yoremes, mayos, yaquis y rarámuris. Pensar en dichos estados es pensar en un gran territorio, en la sonrisa de sus infancias, en sus costas, sus selvas secas y matorrales xerófilos; en el venado, en el danzante con los tenabaris sujetos a sus piernas, cuyo sonido nos recuerda a la armonía de la lluvia, al cascabel de la serpiente y a un gran río que corre libre ofreciendo remanso y vida.

Leer los párrafos que nos ofrecen las autoras y autores de la "Memoria del 2º Simposio de Mariposarios del Noroeste de México: Cultivando saberes y biodiversidad" nos permite adentrarnos en la dinámica actual sobre los esfuerzos científicos, culturales y de rescate que realizan personas, grupos organizados, mariposarios y universidades sobre este hermoso lepidóptero identificado por las cuatro ventanas que se aprecian en sus alas. Esfuerzos no menores, considerando las condiciones para su estudio en campo, donde las temperaturas extremas y la inseguridad social limitan las tareas, y a ello se adiciona la escasez de recursos económicos. En contraparte, es esperanzador el interés por su conservación y el respeto a su existencia, reconocerla como símbolo biocultural y ancestral que se hermana con las personas y los pueblos.

Lo sabemos, la mariposa cuatro espejos está amenazada por acciones antropogénicas irresponsables e insensibles. Sus poblaciones se han reducido en número y extensión geográfica; situación que alarma y es señalada en las narrativas de esta memoria. Los investigadores apuntan a los factores que inciden negativamente sobre sus poblaciones, como la destrucción de sus hábitats, la recolección excesiva de los tenábaris, el uso de pesticidas y la creciente actividad agropecuaria; así,

los autores también afirman que el calentamiento global amenaza las condiciones ambientales necesarias para la generación de recursos alimenticios y el desarrollo de su ciclo reproductivo.

Los ejemplares de la mariposa cuatro espejos, integrados de manera natural en núcleos poblacionales, interactúan a lo largo de paisajes, a través de corredores biológicos naturales que unen sus hábitats. Los corredores biológicos son áreas de conectividad que permiten el libre flujo de los individuos y el cruce de su riqueza genética. Desafortunadamente, la conectividad es destruida o amenazada por la deforestación y la construcción de infraestructuras humanas que no contemplan los pasos o corredores naturales para la vida silvestre. Hoy sabemos que la normativa en cambio climático y movilidad los contempla como medidas de mitigación y seguridad vial; esto ofrece una luz de esperanza para esta especie, y otras más que estamos perdiendo a ritmos acelerados, como el jaguar (*Panthera onca*), también habitante de nuestra región. La tasa de extinción actual oscila entre mil y diez mil veces mayor sobre la tasa natural; en los últimos cien años se extinguieron 200 especies, cuando se esperaría que sucediera en 10 mil años. Estos datos nos conducen a reconocer que somos testigos de la sexta extinción masiva de especies.

Perder las poblaciones silvestres, o perder a la especie misma, nos conduce a posibles desequilibrios ecológicos y a erosionar las manifestaciones culturales de los pueblos originarios y contemporáneos. Se pierde el acto de pensarla, reconocerla y nombrarla; con ello se limita el derecho de las nuevas generaciones al disfrute de su bella y necesaria presencia en la naturaleza. Necesario es resaltar y valorar los servicios ambientales que ofrece la mariposa cuatro espejos, como polinizadora de plantas que alimentan a otros animales y a la humanidad.

Los antiguos chichimecas nombraban a su especie de mariposa cuatro espejos, la *R. orizaba*, como “Itzapapálotl” o mariposa de navajas, un simbolismo de la diosa madre que representaba a la tierra y a la luna. En tanto, el pueblo yoreme mayo ha nombrado a la polilla o mariposa, la *R. cincta cincta*, como “baiseboli”, a la oruga “buitchia” y al capullo “ténabari” o “tenabali”. En el español también es nombrada como mariposa cuatro ventanas; estos nombres nos ofrecen una breve pincelada del reconocimiento a su presencia en los idiomas de los grupos culturales en México.

La diversidad biológica, el patrimonio cultural y las formas de organización de las comunidades son pilares civilizatorios que dan resiliencia a los pueblos ante la embestida de la modernidad y del crecimiento demográfico demandante de cantidades mayores de energías, bosques y aguas; de producción de alimentos, viviendas, tecnologías y otros recursos que proporcionan bienestar y lujos a las personas. Estas exigencias sin responsabilidad ambiental nos llevan a vivir en

un planeta cada día más deteriorado y lastimado, a un hogar con menos oportunidades de desarrollo para los que menos tienen y para la sobrevivencia de la misma vida silvestre.

La cultura yoreme y la mariposa cuatro espejos constituyen un pilar civilizatorio que da identidad y resiliencia a los pueblos del norte de Sinaloa y sur de Sonora; su idioma, el yoremnokki, sus danzas, su cosmovisión sobre la naturaleza y la humanidad van en contracorriente del pensamiento dominante. Proteger la existencia de la mariposa cuatro espejos es actuar por la permanencia de un legado biocultural. De acuerdo con la Red Temática del Patrimonio Biocultural de México (Región Noroeste-SECIHTI), ambos estados se ubican en una región privilegiada por su riqueza biológica y cultural que está en espera de ser estudiada a profundidad y constituye un campo de oportunidades para las nuevas generaciones de estudiantes ávidos en este campo de estudio. El conocimiento y su aplicación en el aprovechamiento y la conservación de los recursos naturales y culturales, son garante de un desarrollo económico, social y ambientalmente justo.

Finalmente, agradezco y felicito a los maestros Gilberto Márquez Salazar, Gustavo Castañeda de los Santos, Adrián Arvizu Ruiz y Carlos Castillo Ortiz por hacer posible este testimonio de saberes y por concederme la escritura de su preámbulo.

Yamel Guadalupe Rubio Rocha

Culiacán, Sinaloa, 15 de mayo de 2026

Facultad de Biología, Universidad Autónoma de Sinaloa

Comité Organizador General

- Coordinador General: Mtro. Carlos Adán Castillo-Ortíz

Universidad Tecnológica de Hermosillo

- Coordinador de difusión y enlace institucional: Lic. Narciso Navarro-Gómez

Universidad de Sonora

- Coordinador de logística, enlace institucional y académico: Dr. Adrián Arvizu-Ruiz

Universidad de Sonora

- Coordinadora de logística y académico: Dra. Angélica Paulina Riesgo-Ruiz

Universidad de Sonora

- Colaboradora académica: Dra. Delia Marina Acuña Acosta

Universidad de Sonora

- Colaborador académico: Mtro. Gilberto Márquez Salazar

Universidad Autónoma de Sinaloa

- Colaborador académico: MC. Gustavo Castañeda de Los Santos

Jardín Botánico Benjamin Francis Johnston

- Colaborador académico: Lic. Ana Laura Aguilar Torres

Centro Cultural Yo'o Joara, Cócorit, Sonora

Datos de contacto REDEMAR

www.jbbfj.org

Facebook: Red de Mariposarios del Noroeste de México



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN 8
MENSAJE DEL COMITÉ ORGANIZADOR 13
PRESENTACIÓN DEL 2DO SIMPOSIO REDEMAR 2025 16
PONENCIAS EN EXTENSO 19
Evaluación de dietas alternativas en estadio larval de la polilla cuatro espejos (*Rothschildia cincta cincta*) como una propuesta de conservación sustentable en Guasave, Sinaloa. 20
Distribución actual y delimitación de áreas con potencial de conservación de *Rothschildia cincta cincta* (Tepper, 1883) en el noroeste de México 27
El mariposario como modelo de conservación de la palomilla cuatro ventanas (*Rothschildia cincta cincta*) en el noroeste de México. 36
Importancia biocultural en la conservación y reproducción *Rothschildia cincta* dentro de mariposarios comunitarios en la Sierra Tarahumara. 70
Los parasitoides y su impacto en la disminución de poblaciones silvestres de *Rothschildia cincta cincta* en las costas del norte de Sinaloa 80
Polinizadores y plantas nativas del desierto sonorense 92
Ingenios del sangrengrado. Aprovechamientos de las Jatrophas, alimento de la mariposa de cuatro espejos. 105
RESÚMENES DE PONENCIAS 121
Tóxicos en el polen: amenazas compartidas entre polinizadores y humanos 121
Conservación y Restauración de la Población de Mariposas en el Municipio de Angostura, Sinaloa 122
Discriminación espectral interespecífica en mariposas del género Heliconius desde el sistema visual de *Heliconius erato* 123
Metamorfosis compartida: Conservación y saber artesanal en torno a la polilla cuatro espejos .124
Rothschildia cincta cincta como recurso didáctico en la educación ambiental 125
León Verdugo Judith Selene 125
Evaluación proximal de *Jatropha cinerea*: determinación de humedad, ceniza y proteína como indicadores de calidad y composición 126
Restauración de espacios urbanos degradados con flora nativa en el norte de Sinaloa: Caso Jardín Botánico Benjamin Francis Johnston 127
AGRADECIMIENTOS 130

INTRODUCCIÓN

Del 2º Simposio REDEMAR de la palomilla cuatro espejos (*Rothschildia cincta cincta*) celebrado el 30 y 31 de octubre del 2025 en la ciudad de Hermosillo, Sonora, México, se generó la presente memoria que reunió siete trabajos en extenso y nueve resúmenes del evento con las temáticas principales solicitadas en la convocatoria. Los y las ponentes y participantes son estudiantes de licenciatura, postgrado, profesores, investigadores, manejadores de mariposarios, gestores ambientales, autoridades federales, divulgadores, miembros de grupos originarios, entre otros. Procedentes de una gama de instituciones como La Universidad Autónoma de Occidente (UAdeO), Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS), People and Plants International (PPI), Universidad Veracruzana (UV), Voces para la preservación biocultural AC (VOPREBIO AC.), Jardín Botánico Benjamin Francis Johnston (JBBFJ), Universidad Estatal de Sonora (UES), El Colegio de Sonora (COLSON), Centro Cultural Yo'o Joara, Fundación para la Cultura y El Medio Ambiente (FUCUMA), Universidad de Sonora (UNISON) e Instituto Tecnológico del Valle del Yaqui (ITVY).

El II Simposio fue un medio necesario para conocer el estado actual de la palomilla cuatro espejos (*Rothschildia cincta cincta*), la cual es una especie clave culturalmente para grupos humanos ancestrales de Sonora, Chihuahua y Sinaloa en México y del sur de EE. UU., desafortunadamente el hábitat del lepidóptero presenta fragmentación en los bosques secos y matorrales donde se distribuye, la problemática se acentúa por la colecta de capullos no sustentable, entre otras múltiples causas, que han originado la extinción y reducción de poblaciones locales, por lo cual fue necesario realizar el foro del II Simposio para presentar los avances de investigación, vincularse entre manejadores, discutir propuestas, compartir experiencias, proponer acciones y estrategias que contribuyan en la conservación de la palomilla cuatro espejos.

Al respecto, en el trabajo propuesto por Luz María Guadalupe Alba López, Jorge Soto Alcalá, María del Carmen Martínez Valenzuela, Xiomara Patricia Perea Domínguez, Ricardo de Jesús Aguilar Romero e Iván Guadalupe Martínez Álvarez, titulado: "Evaluación de dietas alternativas en estadio larval de la polilla cuatro espejos (*Rothschildia cincta cincta*) como una propuesta de conservación sustentable en Guasave, Sinaloa", cuyo objetivo es elaborar y evaluar dietas alternativas para alimentación de *Rothschildia cincta cincta* en estadio larval. Los autores mencionan que implementarán tres tipos de dietas: una primera utilizando material vegetal de la principal hospedera trófica (*Jatropha cinerea*); la segunda dieta alternativa incluirá modificaciones específicas en determinados ingredientes para ajustarse a los requerimientos nutricionales de las orugas y, como tercera, será sustituyendo el material vegetal original por *J. cinerea*. Para la evaluación de la eficiencia

de los experimentos, se considerará el tamaño larval, el peso y la sobrevivencia, así como el diseño experimental que se empleará, incluido el número de larvas y las repeticiones.

En la investigación presentada por Mariana Valeria Ayala Rubio, Bladimir Salomón Montijo y José Israel Torres Avendaño, cuyo título fue la "Distribución actual y delimitación de áreas con potencial de conservación de *Rothschildia cincta cincta* (Tepper, 1883) en el noroeste de México", que tiene como propósito evaluar la superficie de su localización geográfica, así como determinar la problemática que presentan las áreas de su distribución y proponer áreas potenciales para su conservación. Con el empleo de datos de presencia de múltiples monitoreos de campo e información de INaturalist, GBIF y bibliografía, así como el uso de datos vectoriales, los cuales fueron procesados con ArcGIS en la versión 10.8 y otras herramientas. Obteniendo como resultado 494 registros de ocurrencia de la especie, en los estados de Baja California, Baja California Sur, Chihuahua, Sinaloa y Sonora, cuya área de influencia asciende a 184,770.08 km², lo que representa el 9.4 % del territorio nacional. Con relación a la causa relevante de impacto antrópico, destacó la agricultura de riego como problemática principal de pérdida y fragmentación de su hábitat. En relación a las áreas identificadas como sitios conservados, la superficie fue de 165,790.32 km², donde se podrían seleccionar áreas para destinarse a la conservación y conectividad de paisajes.

Por su parte, Gilberto Márquez Salazar, Bladimir Salomón Montijo, Jesús Miguel Corrales Sauceda y Jacek Márquez Stone, a través de trabajo titulado "El mariposario como modelo de conservación de la palomilla cuatro ventanas (*Rothschildia cincta cincta*) en el noroeste de México", describen el modelo a través del cual se ha reproducido y criado a la palomilla cuatro ventanas en el mariposario de la Facultad de Biología de la Universidad Autónoma de Sinaloa, el cual ha sido una importante forma de conservación ex situ de la Saturniidae. En el documento se hace un recuento histórico de los mariposarios construidos desde el 2008 hasta el 2024 en los estados de Sinaloa, Sonora y Chihuahua, así como de las formas de manejo de la hospedera trófica (*Jatropha cinerea*); se describe además la manera de manipular huevos, larvas e imagos. En el escrito se pone énfasis en la problemática que se centró en plagas y parásitos. Se detalla la función del mariposario de la Facultad de Biología UAS en la liberación de larvas, que han sumado 64,120 del 2010 al 2024 en sitios del bosque espinoso costero donde se extrajo el pie de cría, en los lugares donde las poblaciones de la palomilla se han reducido o se extinguieron.

La participación de Adolfo de Jesús Rebolledo-Morales, Jesús Adán Adriano Sandoval, Mayra Arizbeth Morales Frías, Tania Blanco Mendoza y Graciela Rojas Carrillo se llamó "Importancia biocultural en la conservación y reproducción de *Rothschildia cincta* dentro de mariposarios comunitarios en la Sierra Tarahumara". La relevancia de la palomilla, en esta región del suroeste de

Chihuahua, consiste en que a partir de los capullos del lepidóptero confeccionan las sonajas conocidas como chayehuares o tenábaris, las cuales juegan un papel fundamental dentro de la danza y música tradicional de la ceremonia del omáwari (fiesta del maíz) en la Sierra Tarahumara. Con el propósito de conocer el estado de las poblaciones de la palomilla cuatro espejos (*R. cincta*) e implementar acciones de conservación, los investigadores emplearon las herramientas metodológicas conocidas como observación participante con un enfoque de desarrollo comunitario. Como resultados, encontraron un decremento notorio de las poblaciones silvestres de la mariposa cuatro espejos (*R. cincta*), dentro de cuatro municipios de la Sierra Tarahumara (Batopilas, Urique, Temoris y Chínipas de Almada) en un período que comprendió los años 2017 al 2025. La acción emprendida fue la promoción y establecimiento de un mariposario en la comunidad de El Majoy del municipio de Urique, Chihuahua y la realización de talleres de divulgación científica y cultural en instituciones de educación media superior y secundaria. Su trabajo resalta la necesidad de impulsar más mariposarios y fortalecer las estrategias educativas y de comunicación intercultural en comunidades originarias del estado de Chihuahua.

La contribución de Juan Esteban Mance García y Gustavo Castañeda de los Santos se tituló "Los parasitoides y su impacto en la disminución de poblaciones silvestres de *Rothschildia cincta cincta* en las costas del norte de Sinaloa". El trabajo de investigación se implementó con el objetivo particular de determinar los parásitos y el efecto que ocasiona el parasitismo en las poblaciones silvestres de *R. cincta cincta*, y el propósito general fue documentar el estado de palomilla cuatro espejos en sus diferentes fases de desarrollo durante los años 2023 y 2024. La metodología para estimar la abundancia de estos organismos incluyó líneas de transecto en las localidades de Isla de Saliaca en Angostura; Playa Bella Vista, Isla de San Ignacio en Guasave; Lázaro Cárdenas y El Colorado en el municipio de Ahome, en los cuales se registraron y fue descrito el estado de los capullos. Como resultados, se encontraron 1552 capullos; los sitios del sur (Angostura) registraron más capullos versus los del norte (Ahome) en los que se contaron menos. La mayor parte de los capullos registrados fueron viejos, de temporadas previas, de los cuales el 8.5% presentó muestra de parasitismo. Los parasitoides registrados pertenecen al orden Hymenoptera, la familia Ichneumonidae y Chalcididae.

En el trabajo de Carmen Isela Ortega Rosas y Daniel Morales Romero titulado "Polinizadores y plantas nativas del desierto sonorense", se hace una revisión de los efectos en los polinizadores por el cambio climático, así como detectar a las especies más vulnerables y proponer algunas acciones para incrementar su resiliencia; para tal propósito emplearon distintas fuentes de información publicadas como Web of Science, Scopus, Google Scholar y SciELO e incluyen datos propios de los

efectos en este grupo de organismos. En los resultados mencionan algunos efectos sobre los polinizadores, como desajustes fenológicos entre plantas y polinizadores, alteración de gremios de polinizadores por cambios en el paisaje, impactos del urbanismo y actividades humanas, olas de calor extremas y sequías prolongadas, tendencias de declive a escala México–Norteamérica entre los organismos más vulnerables incluyen a los murciélagos nectarívoros; mariposas y abejas nativas son particularmente susceptibles a los efectos del cambio climático. Proponen la creación de jardines para polinizadores en zonas urbanas, el control de especies invasoras, corredores biológicos, reducción de agroquímicos y construcción de mariposarios universitarios como espacios de educación y conservación.

La colaboración de Jesús Armando Haro, nombrada "Ingenios del sangrengrado. Aprovechamientos de las *Jatrophas*, alimento de la mariposa de cuatro espejos", hace una revisión de la importancia biocultural del género *Jatropha* por los grupos humanos ancestrales de Sonora, Sinaloa y Chihuahua, donde incluye el uso como planta hospedera de las larvas de la palomilla de los tenábaris y como planta de con múltiples usos en la medicina tradicional. Menciona que los yoeme-yaqui le llaman sato´oro o sa´apo (*Jatropha cinerea*), y se caracteriza por ser hospedera trófica de la mariposa cuatro espejos (*Rothschildia cincta*), cuyos capullos se usan para hacer los tenábaris que se enredan en los tobillos para las danzas de pascola, venado y otras danzas. Por su importancia cultural, los yoeme- yaquis recomiendan que, para cortarla, es importante pedir permiso siempre a la tierra y a la planta para poder usarla. Hace referencia a las especies de *Jatropha cordata*, *J. cardiophylla*, *J. cuneata*, *J. curcas*, *J. dioica* y *J. malacophylla* empleadas en la medicina tradicional por yoreme-mayo, yoeme-yaqui, seris, guarijío y rarámuris. Menciona las amenazas que enfrentan las especies de género *Jatropha* en México, como el impacto de la ganadería, tala inmoderada, monocultivos, plaguicidas y, en general, el deterioro ambiental.

Con relación a los resúmenes, Carmen Martínez Valenzuela, José de Jesús Huichapan Martínez e Iván González Peimbert presentaron el trabajo "Tóxicos en el polen: amenazas compartidas entre polinizadores y humanos"; por su parte, Wendy Ruelas López, Daniela Yarazeth Buelna Sotelo, Martha Silvia López Castro, Xénesys Viktoria y Ximena Haros Castro titularon su contribución como: "Conservación y restauración de la población de mariposas en el Municipio de Angostura, Sinaloa"; en el mismo tenor, Debbora Ained Iñiguez Urrea y Luis Felipe Mendoza Cuenca nombraron su trabajo como: "Discriminación espectral interespecífica en mariposas del género *Heliconius* desde el sistema visual de *Heliconius erato*"; continuó Ana Laura Aguilar Torres, Jorge Esteban Amézquita Murillo, Yahel Ulises Estrella Ríos, Martín Ulises Sarabia Méndez, quienes denominaron su resumen como: "Metamorfosis compartida: Conservación y saber artesanal en torno a la polilla cuatro

espejos"; Judith Selene León Verdugo tituló su participación como: "*Rothschildia cincta cincta* como recurso didáctico en la educación ambiental"; siguiendo con los trabajos, Maritza Noemi Valdenebro González, Joe Luis Arias Moscoso, Francisco Cadena Cadena, Ofelda Peñuelas Rubio, Leandris Argentel Martínez, Alba Rocío Ochoa Meza y Ana Laura Aguilar Torres denominaron su resumen como: "Evaluación proximal de *Jatropha cinerea*: determinación de humedad, ceniza y proteína como indicadores de calidad y composición"; continuando con las aportaciones, Ángel Eduardo Javalera Mendoza y Gustavo Castañeda de los Santos presentaron su contribución "Restauración de espacios urbanos degradados con flora nativa en el norte de Sinaloa: Caso Jardín Botánico Benjamin Francis Johnston"; siguió Gustavo Castañeda de los Santos y Juan Esteban Mance García con su trabajo "Guía de polinizadores y visitantes florales" y se finalizó con el trabajo de Gustavo Castañeda de los Santos y Cecilia Mundo Orduño quienes nombraron su investigación como: "Métodos pre-germinativos de *Lophocereus schottii* (Engelm.) Britton & Rose especie de importancia biocultural para la conservación en Sinaloa".

Gilberto Márquez Salazar, Gustavo Castañeda de los Santos y Adrián Arvizu-Ruiz.



MENSAJE DEL COMITÉ ORGANIZADOR

El Comité Organizador del 2º Simposio de la Red de Mariposarios del Noroeste de México (REDEMAR) desea expresar su más sincero reconocimiento a todas las personas, instituciones y comunidades que hicieron posible la realización de este encuentro en su edición 2025. Este simposio, celebrado en octubre de 2025, consolidó un espacio indispensable para la reflexión colectiva, el diálogo interdisciplinario y el fortalecimiento de iniciativas dedicadas a la conservación de mariposas, la biodiversidad regional y el patrimonio biocultural del noroeste de México.

Importancia del evento

Desde su creación, REDEMAR ha buscado articular los esfuerzos de mariposarios, jardines etnobiológicos, instituciones académicas y proyectos comunitarios que trabajan por la preservación de especies nativas, la educación ambiental y el manejo sustentable de recursos bioculturales. El simposio representa uno de los pilares de esta misión, ya que permite reunir en un mismo espacio a especialistas, estudiantes, responsables de mariposarios, portadores de saberes locales y organizaciones dedicadas a la investigación y conservación.

Durante esta edición, se reafirmó la importancia de fortalecer la comunicación entre proyectos que, aunque diversos en su origen y enfoque, comparten una visión común: conservar y valorar la extraordinaria riqueza biológica y cultural de nuestra región. Este evento se ha convertido en un punto de encuentro anual que impulsa la colaboración y el intercambio, generando puentes entre prácticas científicas, comunitarias y tradicionales.



Logros de la edición 2025

El simposio 2025 destacó por la calidad y pertinencia de los trabajos presentados. Las ponencias y mesas de diálogo permitieron abordar temas clave como:

- Estrategias sustentables para la operación de mariposarios.
- Avances en la propagación y manejo de la mariposa cuatro espejos *Rothschildia cincta cincta*.
- Experiencias de educación ambiental vinculadas con infancias y jóvenes.
- Acciones de conservación *in situ* y *ex situ*.
- Integración de saberes locales y prácticas bioculturales en el diseño de espacios de conservación.
- Casos ejemplares de colaboración entre mariposarios y jardines etnobiológicos.

Asimismo, esta edición amplió el alcance temático y geográfico de las experiencias compartidas, integrando voces de distintos puntos del noroeste del país y fortaleciendo una comunidad regional comprometida con la conservación. El encuentro permitió también reflexionar sobre los retos futuros, incluyendo la necesidad de formar nuevas generaciones de custodios ambientales, promover prácticas de manejo responsables y consolidar redes comunitarias de conservación.

Agradecimientos

El Comité Organizador expresa su más profundo agradecimiento a RENATURA Sonora – Jardín Etnobiológico del Desierto, en Bahía de Kino, por fungir como sede anfitriona y ofrecer un espacio privilegiado para el intercambio de experiencias. Reconocemos el compromiso y apoyo de la Universidad Tecnológica de Hermosillo (UTH) como institución impulsora de la sede, así como la colaboración de la Universidad de Sonora, que ha acompañado activamente los esfuerzos de organización, difusión y desarrollo de actividades académicas.

Agradecemos igualmente a las y los responsables de mariposarios, investigadoras, investigadores, estudiantes, artesanos, educadores ambientales, representantes comunitarios y equipos técnicos que compartieron generosamente su conocimiento, tiempo y experiencias. Su participación fortaleció el sentido de comunidad y colaboración que caracteriza a REDEMAR.

Alcance de la red y expectativas futuras

El crecimiento observado en esta edición confirma que REDEMAR continúa consolidándose como un referente regional en el manejo de lepidópteros, la educación ambiental y la conservación biocultural. La diversidad de proyectos que conforman la red demuestra el enorme potencial que

existe para seguir ampliando su impacto, integrar nuevos espacios de conservación y fortalecer las alianzas entre instituciones educativas, comunidades locales, asociaciones civiles y mariposarios independientes.

De cara al futuro, el Comité Organizador visualiza una red más robusta, articulada y participativa, capaz de impulsar proyectos de investigación conjunta, capacitaciones especializadas, iniciativas de vinculación comunitaria y estrategias para la conservación de especies emblemáticas como *Rothschildia cincta cincta*. Asimismo, aspiramos a que el simposio continúe creciendo como un espacio de encuentro anual que fomente la reflexión crítica, la innovación en las prácticas de manejo y la preservación del patrimonio natural y cultural del noroeste de México.

Las presentes memorias reúnen los resúmenes de los trabajos que dieron vida a esta edición del simposio. Cada contribución refleja el compromiso, la creatividad y la pasión de una comunidad dedicada a la conservación. Confiamos en que este documento sirva como referencia para investigaciones futuras, nuevas colaboraciones y proyectos que continúen fortaleciendo a REDEMAR y su misión.

Con gratitud y entusiasmo,

Comité Organizador del 2º Simposio REDEMAR 2025



PRESENTACIÓN DEL 2DO SIMPOSIO REDEMAR 2025

El 2º Simposio de la Red de Mariposarios del Noroeste de México (REDEMAR), celebrado el 30 de octubre de 2025, reunió a especialistas, estudiantes, responsables de mariposarios, comunidades locales y representantes institucionales comprometidos con la conservación biocultural de la región. Este encuentro constituye uno de los esfuerzos más significativos para fortalecer la articulación entre proyectos dedicados al manejo, propagación y divulgación del conocimiento sobre mariposas y otros componentes de la biodiversidad del noroeste del país.

Contexto general de REDEMAR

REDEMAR es una red colaborativa que surge con la intención de vincular a los mariposarios del noroeste de México y promover el intercambio de saberes, técnicas, experiencias y buenas prácticas para el manejo sustentable de lepidópteros. A lo largo de los últimos años, su alcance se ha ampliado para integrar a jardines etnobiológicos, instituciones académicas, proyectos comunitarios y actores locales que trabajan en la conservación biocultural y la educación ambiental.

La red busca fortalecer iniciativas regionales que, desde diferentes perspectivas, contribuyen al conocimiento, protección y valoración de especies nativas y de los ecosistemas que las sostienen. Su trabajo integra tanto estrategias de conservación *in situ* y *ex situ* como enfoques participativos con comunidades, escuelas y centros de investigación.

Objetivos del simposio

El Simposio REDEMAR 2025 tuvo como principales objetivos:

- Crear un espacio de diálogo, intercambio y cooperación entre mariposarios, jardines etnobiológicos y proyectos de conservación regional.
- Compartir buenas prácticas sustentables en la operación, mantenimiento y fortalecimiento de espacios dedicados a la conservación de lepidópteros.
- Impulsar estrategias para la propagación y conservación de la mariposa cuatro espejos *Rothschildia cincta cincta*, especie emblemática de la región.
- Integrar perspectivas científicas, técnicas y comunitarias para enriquecer el manejo de especies y promover la educación ambiental en la región.
- Consolidar la presencia de REDEMAR como un vínculo regional entre iniciativas que comparten objetivos de conservación biocultural.

Temáticas principales

La edición 2025 abordó una diversidad de temas estratégicos que reflejan la complejidad del trabajo de conservación en la región. Entre las principales líneas temáticas se encuentran:

- Manejo *in situ* y *ex situ* de mariposas nativas.
- Estrategias sustentables para la operación de mariposarios.
- Propagación y ciclo de vida de *Rothschildia cincta cincta*.
- Educación ambiental con enfoque comunitario e intercultural.
- Integración de saberes tradicionales en el manejo de espacios de conservación.
- Experiencias de colaboración entre mariposarios y jardines etnobiológicos.
- Conservación biocultural y prácticas agroecológicas asociadas a polinizadores.

El 2º Simposio REDEMAR consolidó la participación más amplia desde la fundación de la red. La edición 2025 reunió:

- Más de 120 asistentes provenientes de Chihuahua, Michoacán, Sonora, Sinaloa, Veracruz Baja California y otros estados del país.
- 7 instituciones representadas, incluyendo universidades, centros de investigación, organizaciones civiles, mariposarios independientes y jardines etnobiológicos.
- 2 ponencias magistrales y 10 presentaciones, entre conferencias, experiencias comunitarias y reportes técnicos.
- 1 taller especializado, dedicados al manejo de mariposas, educación ambiental y diseño de espacios de conservación.
- 9 carteles de divulgación y difusión científica relacionan con *Rothschildia cincta cincta*.

Estas cifras reflejan el crecimiento sostenido de REDEMAR y el interés creciente por fortalecer estrategias de conservación biocultural en el noroeste de México.

Relevancia para la región del Golfo de California y México

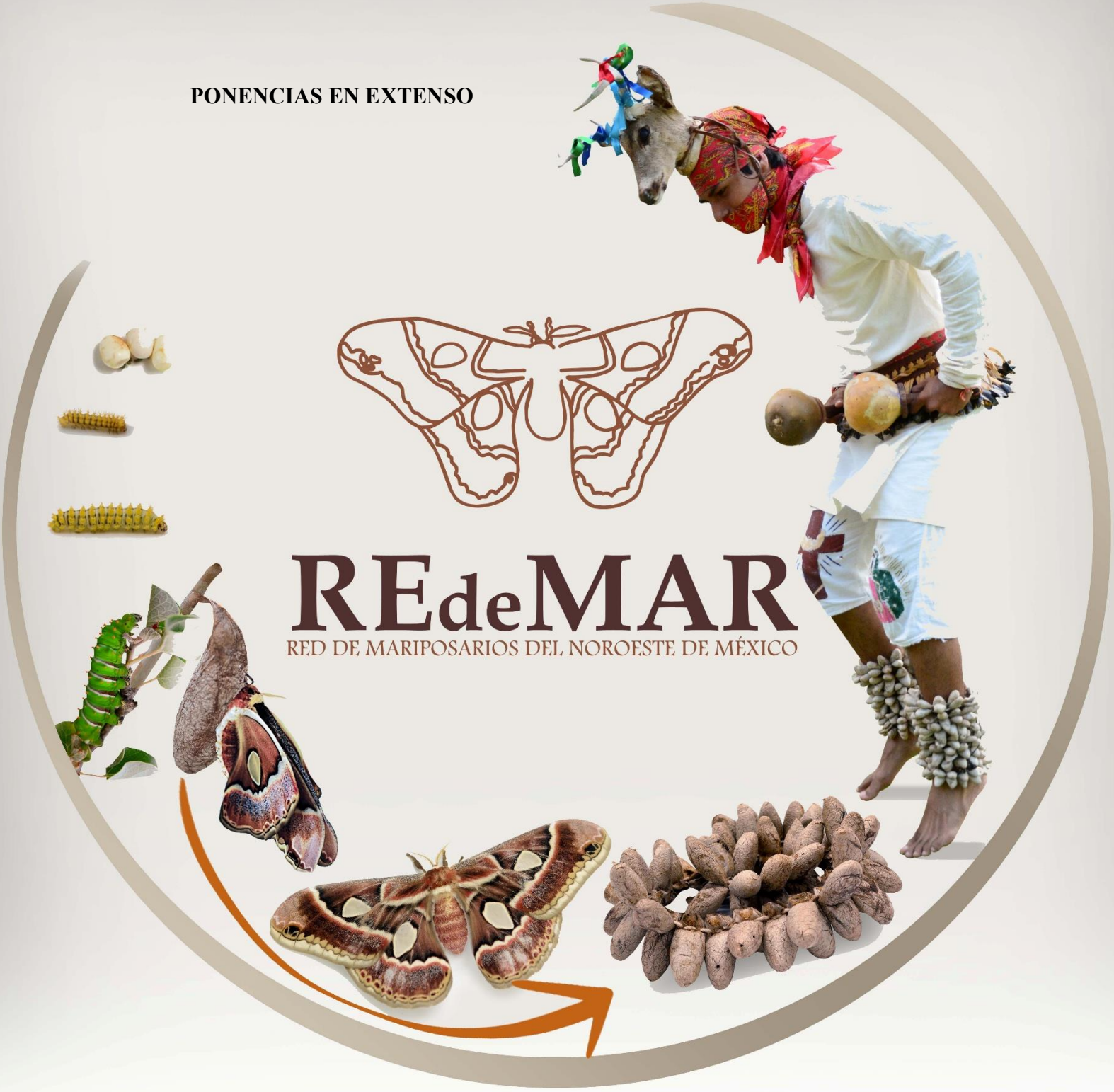
El simposio constituye un evento clave para la región del Golfo de California y México porque:

- Reafirma la importancia biológica del noroeste del país, hogar de una notable riqueza de lepidópteros y ecosistemas únicos como desiertos, matorrales, oasis y manglares.
- Promueve la conservación biocultural, articulando el conocimiento científico con los saberes locales y comunitarios que han acompañado históricamente el uso y manejo de especies nativas.

- Fortalece redes interinstitucionales que contribuyen al desarrollo de estrategias de educación ambiental, fundamentales para la formación de nuevas generaciones de custodios ambientales.
- Impulsa prácticas sustentables que pueden ser replicadas en otras regiones del país, generando modelos de colaboración entre instituciones, comunidades y proyectos de conservación.
- Visibiliza la relevancia de conservar especies emblemáticas, como *Rothschildia cincta cincta*, contribuyendo al entendimiento de su ecología y potencial biocultural.

El Simposio REDEMAR 2025 marca un paso decisivo hacia la consolidación de una red activa, resiliente y comprometida con la protección de la diversidad biológica y cultural del noroeste de México. Su impacto perdurará en las colaboraciones, proyectos y aprendizajes que continúan emergiendo a partir de este encuentro.

PONENCIAS EN EXTENSO



REdeMAR

RED DE MARIPOSARIOS DEL NOROESTE DE MÉXICO

Evaluación de dietas alternativas en estadio larval de la polilla cuatro espejos (*Rothschildia cincta cincta*) como una propuesta de conservación sustentable en Guasave, Sinaloa.

Luz María Guadalupe Alba López [a], Jorge Soto Alcalá [a], María del Carmen Martínez Valenzuela [a], Xiomara Patricia Perea Domínguez [a], Ricardo de Jesús Aguilar Romero [b], Iván Guadalupe Martínez Álvarez [a].

[a]Doctorado en Sustentabilidad, Universidad Autónoma de Occidente (UAdeO) Unidad Regional Guasave. Avenida Universidad S/N, Fraccionamiento Villa Universidad. Guasave, Sinaloa, México. 81040.

[b] Departamento de Ciencias Exactas. Universidad Autónoma de Occidente (UAdeO), Unidad Regional Guasave. Avenida Universidad S/N, Fraccionamiento Villa Universidad. Guasave, Sinaloa, México. 81040. Correo electrónico: luz.alba@uadeo.mx

Resumen

La polilla cuatro espejos (*Rothschildia cincta cincta*) es una especie clave desde la perspectiva cultural, económica y ecológica para los grupos étnicos del norte de Sinaloa. Sus capullos, son utilizados en la elaboración de tenábaris como instrumento musical, los cuales son esenciales en sus danzas tradicionales como el venado, pascola, matachines y las corridas de los fariseos. Sin embargo, en la actualidad se enfrenta a diversos desafíos que ponen en riesgo a su población como la colecta del capullos realizada por grupos ajenos a la comunidad indígena mientras la pupa se encuentra en el interior impidiendo que la polilla emerja y lleve a cabo su ciclo de vida, aunado al cambio de uso de suelo de terrenos forestales, el incremento de la superficie de terrenos de cultivo, el desarrollo de la acuacultura en la zona costera, el crecimiento de la mancha urbana y asentamientos humanos, etc. En respuesta a ello, es significativo el ingenio con el que cuentan los grupos originarios para sustituir un recurso que disminuyó del ecosistema, optando por materiales sintéticos como plástico, aluminio, cartón, mangueras, afectando la identidad biocultural de los grupos étnicos de la región. En este sentido, una de las estrategias relevantes para la subsistencia de la especie, es el uso de dietas alternativas para la cría masiva de estos organismos, conformando una pieza clave para el desarrollo de nuevas investigaciones a través de las cuales se generen programas de manejo y conservación de esta especie. Se estima que dichas dietas proporcionarán los nutrientes necesarios a la larva de esta polilla con la finalidad tener una alternativa viable para la alimentación de dicho lepidóptero. Por ello, es necesario llevar a cabo acciones de conservación, mediante las cuáles no sólo se busque la permanencia de las especies, sino que también protejan la relación humano-naturaleza.

Palabras clave: *Rothschildia cincta cinta*, dietas alternativas, etnia Yoreme-Mayo.

Introducción

La polilla cuatro espejos (*Rothschildia cincta cincta*) es una especie de suma importancia para los grupos étnicos del noroeste de México, donde sus poblaciones han disminuido principalmente por causas antropogénicas como el cambio de uso de suelo de áreas forestales, el establecimiento de granjas camaroneras, actividades pecuarias y el desarrollo de asentamientos humanos en gran parte de su área de distribución. Además, la extracción de capullos y la elaboración de tenábaris por distintos grupos indígenas significan una gran presión para la especie (Tohono O´odham, Yaqui, Tarahumara, Pima, Seris y Mayo), de la zona de Arizona, Chihuahua, Sonora y Sinaloa (Salomón y Márquez, 2015; Moctezuma y López, 2007; Peigler, 1994).

La polilla cuatro espejos habita en áreas de vegetación de bosque espinoso, selva baja caducifolia y matorral xerófilo; cuyos capullos son encontrados en "sangregado" o "sa'apo", nombre común que reciben las plantas del género *Jatropha*, compuesto por especies como *Jatropha cardiophylla* (Torr.) Müll.Arg y *Salix* (Peigler y Maldonado 2005), *Jatropha cordata* (Ortega) Müll.Arg para Sonora, México (Felger et al., 2001) y *Jatropha cinerea* (Ortega) Muell.Arg (En: Salomón, 2015).

Dicho género vegetal es de gran importancia, ya que proporciona la base alimenticia de la polilla en etapa larval, siendo la de mayor preferencia *Jatropha cinerea*¸ la cual se caracteriza por ser un arbusto pequeño (1 – 6 m. de alto) de corteza café o blanquecina y hojas de 2 -7 cm, son relativamente cordadas en la base, enteras u onduladas, de flores rosadas y pequeñas, mientras que el fruto es una cápsula que mide de 2 – 2.5 cm de ancho (Márquez et al., 2010).

En lo que respecta a la distribución de este lepidóptero, se extiende desde la frontera de Arizona y Sonora hasta la sierra madre occidental de Guerrero, México (Tuskes et al., 1996); presenta dos subespecies, *Rothschildia cincta guerreronis* (Draudt, 1929), distribuida en los estados de Jalisco, Michoacán, Guerrero, Oaxaca, Chiapas, Puebla y Morelos (Instituto de Biología. *Rothschildia cincta guerreronis* Draudt 1929 IBUNAM) y la subespecie *R. cincta cincta* (Tepper 1883) distribuida en el noroeste de México, siendo reportada en los estados de Sonora, Baja California Sur, Sinaloa, Nayarit y Chihuahua (Peigler y Opler, 1993; Peigler y Maldonado, 2005; Balcázar, 2004; Salomón y Márquez, 2015).

Los estados de Sonora y Sinaloa son habitados por la etnia Yoreme-Mayo, para los cuales la polilla cuatro espejos es de gran relevancia en su etapa larval (Moctezuma y López, 2007), ya que transforman su capullo en instrumentaria para danzar, denominado tenábaris, siendo llenado de piedras pequeñas y hecho brazadas, para ser colocadas en las pantorrillas, emitiendo sonido para

realizar la danza del venado y pascola (Márquez et al., 2007). No obstante, dada sus escases los pobladores indígenas sustituyen la materia prima con otro tipo de materiales menos atractivos (aluminio, plástico, cartón) y, por ende, menos distintivos para la cultura (Salomón y Márquez, 2015).

R. cincta cincta, presenta metamorfosis completa (huevo, larva, pupa, adulto), los adultos poseen cuatro ventanas (de ahí su nombre "cuatro espejos"), siendo las hembras de mayor tamaño (14 cm.) y los machos (12 cm. en promedio). Los huevos miden 1.5 mm y son de color blanquecino, su periodo de incubación oscila de cinco a siete días. Las larvas presentan seis estadíos (Lampe, 2010), sus colores varían de acuerdo al instar, pasan del amarillo, por el azul verde, hasta alcanzar el color verde; posterior al cuarto instar, aparecen seis franjas transversales blancas y violetas (Sandoval, 2009; García, 2012), en su último instar, enhebra un capullo, en donde la pupa se transforma en adulto: en total, su ciclo de vida va de 45 – 60 días; es importante mencionar que este lepidóptero es una especie estacional, su mayor actividad se presenta en época de lluvias, pudiendo ser bivoltina o polivoltina (Márquez et al., 2007).

Uno de los factores más importantes en la cría de insectos es la dieta suministrada, la cual puede ser natural o artificial, influyendo directamente con los parámetros del ciclo de vida, como la fertilidad, viabilidad, tamaño y desarrollo de larvas, sexo y sobrevivencia (Schowalter, 2006; Cohen, 2001).

Las dietas naturales permiten a los organismos alimentarse de hojas, tallos y frutos de los cuales naturalmente son hospederos, proporcionándoles la cantidad de nutrientes necesarios para su óptimo desarrollo (Schowalter, 2006), sin embargo, este tipo de dietas tienen un alto costo para el desarrollo de crías masivas; es por ello, que él uso de dietas artificiales fue un parteaguas para la cría masiva de insectos en la década de los cincuenta, con la finalidad de realizar investigaciones referentes a la ecología, fisiología y genética de insectos y a su vez, planificar nuevas técnicas para el control del plagas (Singh, 1976).

La clasificación de las dietas artificiales en insectos se divide en tres grupos: la primera de tipo holídica, caracterizada por contener elementos químicos puros, la segunda de tipo merídica, se caracteriza por tener elementos químicos conocidos y componentes químicos no definidos y por último las de tipo oligídicas, caracterizadas por ser de origen natural crudo, animal y vegetal (Acatitla et al., 2004).

En los últimos años, diversos factores han provocado la disminución de las poblaciones de la especie. Es por ello, que dada la importancia cultural y biológica de *R. cincta cincta*, una de las estrategias relevantes para la subsistencia de la especie, es el uso de dietas alternativas en donde la

cría masiva de insectos es una pieza clave para el desarrollo de nuevas investigaciones las cuales pueden ser aplicadas en distintos programas de manejo y conservación de especies.

Justificación

Rothschildia cincta cinta es una especie de importancia biocultural la cual se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría Amenzada (A), debido a la disminución de sus poblaciones silvestres y la degradación de su hábitat natural. Esta condición exige el desarrollo de estrategias que promueven su conservación y aprovechamiento sustentable. Una de las opciones viables es la implementación de dietas alternativas en la cría y manejo de la especie en condiciones controladas, lo cual puede contribuir a reducir la presión sobre sus plantas hospederas naturales y favorecer su reproducción ex situ. De esta manera, se fomenta no solo la conservación biológica, sino también la recuperación del conocimiento tradicional y la identidad biocultural asociada a las prácticas de manejo y aprovechamiento responsable de la fauna nativa.

Hipótesis

La elaboración de dietas alternativas es una estrategia viable para la alimentación de *Rothschildia cincta cincta* en estadio larval como una alternativa sustentable para su conservación en Guasave, Sinaloa.

Objetivos

Elaborar y evaluar dietas alternativas para alimentación de *Rothschildia cincta cincta* en estadio larval.

Materiales y Métodos

Las dietas experimentales serán elaboradas en el laboratorio de la Universidad Autónoma de Occidente (UAdeO), Unidad Regional Guasave, bajo condiciones ambientales controladas. Los huevecillos de *R. cincta cincta* serán proporcionados por la Universidad Autónoma de Sinaloa, Unidad Culiacán, a través del Dr. Bladirmir Salomón Montijo, mientras que el material vegetal de *J.*

cinerea destinado para el suministro de la dieta será colectado en un plantío localizado dentro de las instalaciones de la Universidad Autónoma de Occidente, Unidad Regional Guasave.

Se formularán tres tipos de dietas: La primera corresponderá a una dieta como control negativo la cuál es completamente natural, basada en el suministro de la planta hospedera trófica *Jatropha cinerea*, utilizada como alimento principal para el desarrollo y crecimiento larval de *Rothschildia cincta cincta*. La segunda dieta alternativa seguirá la formulación descrita por Portilla (1999), con modificaciones específicas en determinados ingredientes para ajustarse a los requerimientos nutricionales de *R. cincta cincta*. Como tercera dieta alternativa se utilizará la propuesta por Claro y Ruiz (2010), sustituyendo el material vegetal original por *J. cinerea*.

La evaluación de la eficiencia de las tres dietas considerará tres variables biológicas: (1) tamaño larval, (2) peso y (3) sobrevivencia. Por otra parte, el diseño experimental corresponderá a un diseño completamente al azar, en el cual se evaluarán 10 larvas por tratamiento, con tres repeticiones independientes para cada tratamiento.

Conclusiones

La presente investigación se desarrolla en el marco del Doctorado en Sustentabilidad, con apoyo de SECIHTY, programa ofertado por la Universidad Autónoma de Occidente, Unidad Regional Guasave.

El contenido de esta Memoria constituye un avance parcial del proyecto en curso; no obstante, se prevé que durante el próximo año se obtengan resultados significativos derivados del estudio titulado *"Evaluación de dietas alternativas en estadio larval de la polilla cuatro espejos (Rothschildia cincta cincta) como una propuesta de conservación sustentable en Guasave, Sinaloa"*. Asimismo, se estima avanzar en la verificación de la hipótesis planteada: *"La elaboración de dietas alternativas es una estrategia viable para la alimentación de Rothschildia cincta cincta en estadio larval como una alternativa sustentable para su conservación en Guasave, Sinaloa"*.

Desde una perspectiva biocultural, esta investigación también busca reconocer y valorar el conocimiento tradicional asociado al uso, manejo y presencia de *R. cincta cincta* de su planta hospedera *Jatropha cinerea* en la región. La integración de este enfoque permite no sólo fortalecer las estrategias de conservación, sino también promover la continuidad de prácticas locales y saberes comunitarios que constituyen parte del patrimonio biocultural de Guasave y sus alrededores.

Es fundamental continuar con un trabajo sistémico y riguroso para alcanzar los objetivos de la investigación y, en consecuencia, difundir los resultados obtenidos a la comunidad científica. De este modo, se contribuye tanto a la generación de conocimiento especializado como a la valorización y preservación del patrimonio biocultural vinculado a la biodiversidad regional.

Referencias

Acatitla, T. C., Bautista, M. N., Vera, G. J., Romero, N. J., y Calyeca, C. H. G. (2004). Ciclo biológico y tasas de supervivencia y reproducción de *copitarsia incommoda* walker (lepidoptera: noctuidae) en cinco dietas artificiales. *Agrociencia*, 38 (3) 355-363. www.redalyc.org/pdf/302/30238309.pdf

Balcázar, L. M. A. (2004). Biodiversidad de la Sierra Tarahumara Lepidoptera: Mimallonoidea, Lasiocampoidea, Bombycoidea y Pyraloidea. Universidad de Colima. Informe Final SNIB-CONABIO. Proyecto No. X008. México. D. F.

COHEN, A.C.2001. Formalizing Insect Rearing and Artifitial Diet Technology. Am Entomol.47(4):198-206.

Felger, R. S., Jhonson, M. B., y Wilson, M. F. (2001). The Trees of Sonora, México. Oxford University Press. 391 p.

Márquez, S. G., Sandoval, R., Cordero, L., y Aguilar, D. (2007). Manejo de Capullos de *Rothschildia cincta* por los Yoreme-Mayo del Norte de Sinaloa, México. Mesoamericana, 11 (3): 79.

Márquez, S. G., Salomón M. B., Sandoval N. 2010. Reproducción de la mariposa cuatro espejos (*Rothschildia cincta*) en comunidades indígenas del norte de Sinaloa y sur de Sonora, México. MESOAMERICANA, 14 (2): 94.

Moctezuma, J. L. y López, H. (2007). Mayos, Pueblos Indígenas del México contemporáneo. Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas. México. 55p.

Peigler, R. S. (1994). Non-sericultural uses of moth coccoons in the diverse cultures. Proceeding of Denver Museum of Natural History, 5:1-20.

Piegler, R. S. y Maldonado, M. (2005). Uses of Cocoons of *Eupackardia calleta* and *Rothschildia cincta* (Lepidoptera: Saturniidae) by Yaqui Indians in Arizona and México. Nachrichten des Entomologischen Vereins Apollo, 26: 111-119.

Salomón M, B y Márquez S, G. (2015). Método de evaluación del riego de la palomilla cuatro espejos (*Rothschildia cincta cinta*) (Tepper, 1883) (Lepidoptera: Saturniidae) en México. Juyyaania 3: 1.

Schowalter T. 2006. Insect Ecology: An Ecosystem Approach. Academic press, segunda edición. 576p.

Singh, P. 1976. Artificial Diets for Insects, Mites, and Spiders. Entomology Division. Departament of Scientific An Industrial Research. Auckland, New Zealand. pp: 1-25.

Distribución actual y delimitación de áreas con potencial de conservación de *Rothschildia cincta cincta* (Tepper, 1883) en el noroeste de México.

Mariana Valeria Ayala Rubio*[1], Bladimir Salomón Montijo[1], José Israel Torres Avendaño[1].

[1]Posgrado en Ciencias Biológicas, Facultad de Biología, Universidad Autónoma de Sinaloa. Ciudad Universitaria, Avenida de las Américas S/N y Boulevard Universitarios, C.P. 80013. Culiacán, Sinaloa, México.

valeria.ayala@uas.edu.mx

Resumen

La polilla *Rothschildia cincta cincta* (Saturniidae), constituye una especie de importancia ecológica en los bosques secos, al tiempo que posee un valor cultural significativo. Sus capullos son empleados en danzas ancestrales del noroeste de México y suroeste de Estados Unidos, por lo que representan un recurso cultural de alta relevancia. No obstante, la especie se encuentra enlistada como Amenazada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, debido a que sus poblaciones presentan una alta vulnerabilidad ante la pérdida y fragmentación de hábitat, asociada principalmente a factores antropogénicos como el cambio de uso de suelo, el uso de insecticidas y la extracción intensiva de capullos. En este contexto, resulta necesario evaluar la reducción de su distribución potencial, así como identificar los procesos antrópicos de mayor impacto y las áreas prioritarias para su conservación. Para ello, se recopilaron registros geográficos de la especie a partir de bases de datos y literatura especializada. Con estos registros se generó un mapa de presencia y se delimitó su área actual de distribución mediante la aplicación de un buffer de 20 km. Posteriormente, se integraron capas de uso de suelo provenientes de la Serie VII del INEGI, lo que permitió analizar la incidencia de actividades humanas sobre la distribución de la especie. El impacto fue cuantificado a partir de polígonos con "cálculo de superficie en km²", lo que también permitió identificar áreas libres de perturbación con potencial de conservación. Los resultados indican que Sinaloa concentra la mayor extensión de registros de *R. cincta cincta*. Sin embargo, la agricultura de riego ha sido la principal causa de pérdida y fragmentación de su hábitat. Dichos procesos comprometen la persistencia poblacional del lepidóptero, por lo que se recomienda implementar medidas de prevención y conservación en las áreas aún no perturbadas, con el fin de reducir riesgos futuros para la especie.

Palabras clave: agricultura de temporal, conservación, fragmentación de hábitat, Lepidóptera, NOM-059-SEMARNAT-2010.

Introducción

Los lepidopteros saturnidos han considerados valiosos culturalmente en especial por elementos como las fenestras como en el caso de Itzpapalotl (del náhuatl), conocida como la diosa del sacrificio y la guerra(INPI, 2022) y, por otro lado debido al uso de sus capullos en danzas ancestrales de grupos etnicos, como en el caso de *Rothschildia cincta cincta* en el noroeste del país (Simonett, 2016).

Esta especie además de poseer un valor cultural esencial en los sitios donde cohabita con comunidades humanas, es ecológicamente importante al ser reguladoras foliares de sus hospederas en su etapa de larva; participan en la fertilización de los suelos; contribuyen a los ciclos biogeoquímicos del suelo (Salomón, 2012) y es parte de redes tróficas de aves, roedores y de otros insectos parásitos pertenecientes a los hymenopteros (Mance, 2023; Peigler, 1996).

La distribución de la polilla se relaciona estrechamente con sus hospederas, siendo la principal hospedera *Jatropha cinerea,* perteciente a la familia Euphorbiaceae (Mance et al., 2023), aunque también se encuentra en otras especies del mismo genero como *J. cordata*, *J. curcas*, *J. cardiophylla* y *J. sp*, así como en otras especies como *Croton californicus, D. viscosa*, *Swietenia humilis*, *Sondia purpurea* (Márquez et al., 2025) y del género *Pronus*, tales como el durazno y ciruelo (Rebolledo & Jiménez, 2023).

La presencia de *R. cincta cincta* ha sido localizada dentro de Estados Unidos al sur de Arizona (Tepper,1883) y en San Benito, Texas con el nombre *Rothschildia jorulla* (Rowley, 1918), registrada de forma esporadica en elevaciones más bajas de cadenas montañosas que llegan hasta México (Tuskes et al., 1996). Para México está acotada a la región del noroeste, en el complejo de bosques secos en los estados de Baja California Sur, Sonora, Sinaloa, entre los tipos de vegetación de bosque espinoso, bosque tropical caducifolio y matorral xerofilo (Salomón, 2012; Castañeda, 2023), encontrandose también en las zonas de transición entre el bosque de encino-pino y la selva mediana caducifolia del estado de Chihuahua (Rebolledo & Jiménez, 2023). Lo anterior ubica su distribución en las provincias biogeográficas Altiplano Norte Chihuahuense, Baja California, California, Sonorense, Costa del Pacífico, Sierra Madre Occidental (CONABIO, 1997).

A pesar de poseer alto valor ecológico y cultural, así como una amplia distribución, la especie se encuentra catalogada como Amenazada (A) en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2019), debido a diversos factores antropogénicos que ejercen presión en sus poblaciones como los

plaguicidas, la extracción de capullos, pero principalmente la fragmentación de hábitat (Salomón, 2012; Márquez, et al., 2012; Márquez, et al., 2016). El cambio de uso de suelo es un factor que incide en las comunidades vegetales de la polilla, propiciando la desaparición de poblaciones locales y en algunos sitios afectando la abundancia de la especie y de sus plantas hospederas (Márquez, et al., 2007).

De acuerdo con el Metodo de Evaluación de Riesgo (MER) aplicado por Salomón y Márquez (2015) se señaló que la distribución geográfica de este lepidoptero es retringida, ya que está limitada a una superficie de 211,714.08 km^2, lo cual representa el 10.77% de territorio nacional, dentro de los 4 estados en los que se registró su presencia, donde Sonora y Baja California contaron con mayor superficie de perturbación dentro de las vegetación de selva baja caducifolia y matorral xerofilo. Por otro lado Rebolledo y Jimenez (2023) han señalado que en Chihuahua no se encuentran indicadores de fragmentación de hábitat de *R. cincta cincta*. Su distribución se registro en la Sierra Tarahumara en las zonas de transición de bosque encino-pino y la selva mediana caducifolia.

Justificación

La reciente inclusión de la polilla en la NOM-059-SEMARNAT-2010, como especie amenazada, manifiesta la necesidad de ampliar el conocimiento sobre este taxón, dado que se desconoce el estado actual de su distribución en el noroeste de México. Lo que resulta relevante, pues es una especie que se encuentra en áreas fuertemente impactadas por procesos de fragmentación del hábitat.

Las comunidades vegetales de matorral xerófilo y selva baja caducifolia, que constituyen parte de su entorno natural presentan niveles de perturbación que alcanzan los 104,315.8 km^2. Además de que en sitios de muestreo de hasta 1000 m^2 únicamente se han registrado cuatro capullos, evidenciando la vulnerabilidad poblacional de la especie.

La generación de información sobre su distribución geográfica constituye una herramienta indispensable para fortalecer las estrategias de conservación, así como para delimitar las áreas que deben considerarse importantes para protección. Además, permite localizar zonas de distribución que se encuentran en riesgo de desaparecer y aquellas que muestran indicios de recuperación e identificar las actividades antrópicas que ejercen un impacto significativo sobre su hábitat.

Objetivos

Evaluar la distribución actual de la mariposa cuatro espejos *Rothschildia cincta cincta* (Tepper, 1883) y delimitar áreas potenciales para su conservación.

Materiales y métodos

El área de estudio se acotó al noroeste de México en los estados de Baja California, Baja California Sur, Chihuahua, Sinaloa y Sonora. La presencia de *R. cincta cincta* se documenta en los estados del noroeste de México: Sonora, Baja California Sur, Sinaloa y Chihuahua (Salomón & Márquez, 2015) (Figura 1) y su distribución se da en climas desérticos muy secos, clasificados como BS0, BW (Márquez et al., 2012) y A(c), semiseco muy cálido a cálido (Rebolledo & Jiménez, 2023). Dentro de la región biogeográfica donde habita, se encuentran diversos tipos de vegetación como el bosque espinoso, la selva baja caducifolia y el matorral xerófilo y bosques de pino-encino.

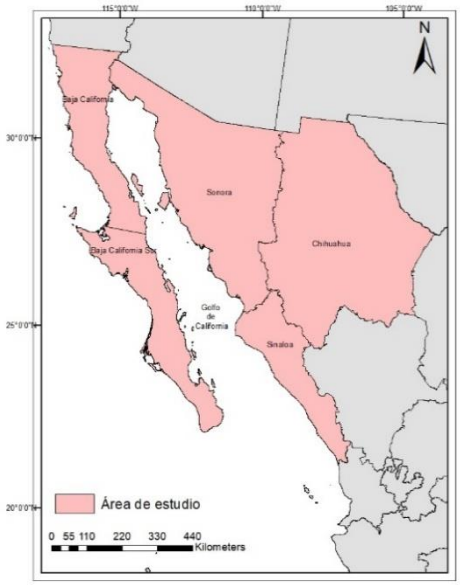


Figura 1. Área de estudio.

Se realizó una base de datos en Excel con registros de ocurrencias de la especie desde las bases de datos de INaturalist, GBIF y bibliografía, así como registros directos de campo, tomando en cuenta la latitud y longitud. Se descartaron los registros que no correspondían al área de distribución al verificar las coordenadas, además de los que se repetían en más de una fuente.

Para la determinar el área de influencia se descargaron los datos vectoriales en formato shapefile de los limites estatales del portal de INEGI, así como las capas de uso de suelo de la serie VII (INEGI, 2025) que se procesaron en ArcGIS en la versión 10.8. Para la elaboración del primer polígono se realizó una capa con los estados que presentaban al menos una coordenada de presencia de la especie, con la herramienta Analysis tolos-Extract-clip.

Posteriormente al introducir las coordenadas se les aplicó un buffer de 20 km, donde se delimitó toda el área generando un primer polígono considerado el de su distribución, al cual se le aplicaron tres filtros: zonas de riesgo, donde se consideró la agricultura de temporal; zonas de recuperación, considerando las áreas de vegetación secundaria y áreas de pérdida, donde se incluyó agricultura (permanente y semipermanente), uso urbano y acuícolas. Se creó una capa a cada uno y estas fueron eliminadas del polígono inicial con la herramienta "erase" y se obtuvo así el área de influencia de *R. cincta cincta*, y se obtuvo su total de área con la herramienta "calcular geometría" en km^2, asimismo se realizó el cálculo para cada filtro (Torres et al. 2025) y se utilizó la Proyección Cónica de Lambert. Para el área de polígono sin presencia de perturbación también se obtuvo el área en km^2 y este fue considerado como la extensión correspondiente a hábitat disponible para la especie. Para identificar los tipos de vegetación presente en la distribución se usó la herramienta "identify".

Resultados y discusión

Se obtuvo un total 494 registros de ocurrencia de la especie, en los estados de Baja California, Baja California Sur, Chihuahua, Sinaloa y Sonora, dentro del territorio mexicano, además se localizó en el estado de Arizona en Estados Unidos, lo cual coincide con la información de su distribución histórica

Estado	**km²**	**% del área total del estado**
Baja California	4,633.44	6.35%
Baja California Sur	40,898.65	78%
Chihuahua	7,809.19	3.15%
Sinaloa	42,975.80	74.90%
Sonora	89,163	49.4%
Total	184,770.08 km²	

Tabla 1. Área de influencia de *Rothschildia cincta cincta* por estado. Registrada en la bibliografía. Sin embargo, estos registros no fueron considerados en este estudio, solo se tomaron en cuenta los correspondientes a México.

El total del área de influencia de la especie fue de 184,770.08 km² (Tabla 1) lo que representa aproximadamente el 9.4 % del territorio nacional (1,964,375 km²), las proporciones concuerdan con el 10.77% que se estimó en el MER donde su amplitud correspondió a 211,714.08 km^2. El que se obtenga un valor menor en la superficie de amplitud no es indicativo de que haya disminuido, sino que puede corresponder a las diferencias en la metodología utilizada en cada estudio.

Sinaloa presenta el mayor número de registros; sin embargo, también concentra la mayor superficie impactada por la pérdida de hábitat, principalmente debido a la agricultura de temporal y de riego. Le sigue Sonora, estado que además cuenta con la mayor área de influencia. En contraste, Baja California presenta la menor superficie en recuperación y no registra áreas en pérdida ni en riesgo. Asimismo, la inclusión de este estado en la lista de localidades con presencia de la especie, amplía su distribución conocida. En el caso de Chihuahua que anteriormente no se identificaban áreas con perturbación, se registraron 1359.11 km^2 en áreas de recuperación y .46 km^2 considerados como área de pérdida.

Finalmente se estima que el área correspondiente a hábitat disponible es de 165,790.32 km², donde se podrían identificar sitios conservados que permitan la conectividad y distribución de la especie (2).

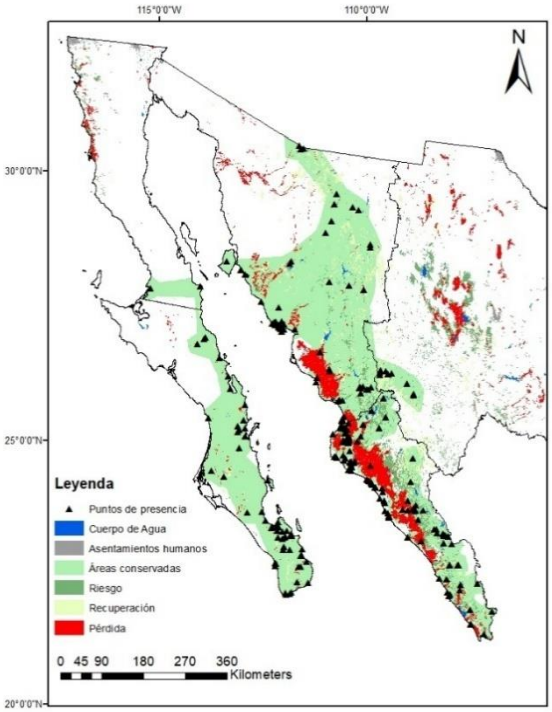


Figura 2. Mapa de distribución actual de *Rothschildia cincta cincta* y estado de su hábitat de acuerdo con el uso de suelo.

Conclusión

Los análisis de distribución de la polilla *Rothschildia cincta cincta* en México permitieron localizar a la especie en 5 estados, lo que confirma su presencia en una amplia área franja en el noroeste del país. Su delimitación de área de influencia estimo una superficie de 184,770.08 km², equivalente al 9.4 % del territorio nacional, cifra que guarda correspondencia con estimaciones previas, aunque con ligeras variaciones atribuibles a diferencias metodológicas.

Sinaloa ha concentrado el mayor número de registros, pero también la mayor área con la categoría de pérdida, mientras que Sonora se destaca por tener una mayor extensión de influencia en contraste con Baja California que no registra áreas de riesgo y pérdida, además de ampliar las localidades de distribución. Por su parte Chihuahua presenta áreas de perturbación previamente no identificadas.

El hábitat disponible, calculado en 165,790.32 km², constituye un espacio clave para la conservación y conectividad de la especie, y destaca la necesidad de futuros estudios a través de metodologías más detalladas, como los modelos de distribución potencial de especie, y que además de incluir el territorio nacional, se tomen en cuenta aquellos registros que se encuentran al sur de Estados Unidos. Asimismo, que estos estudios sean acompañados de los aportes desde el conocimiento de las comunidades locales, para identificar y proteger sitios estratégicos que aseguren la persistencia de sus poblaciones en el territorio mexicano.

Referencias

Castañeda de los Santos, G., & Márquez Salazar, G. (2023). *Memoria 1er Simposio sobre la polilla cuatro espejos Rothschildia cincta cincta* (Vol. 1). Los Mochis, Sinaloa, México.

CONABIO. (1997). *Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO*). Recuperado el mayo de 2025, de http://geoportal.conabio.gob.mx/metadatos/doc/html/rbiog4mgw.html

INPI. (19 de enero de 2022). *Citlallo ilhuicatl (Cielo estrellado)*. (I. N. Indígenas, Productor) Recuperado el 18 de noviembre de 2024, de Gobierno de México: https://www.gob.mx/inpi/es/articulos/citlallo-ilhuicatl-cielo-estrellado#:~:text=Itzpapalotl%3A%20(náhuatl)Mariposa%20de%20obsidiana.

Mance García, E., Piña Ruiz, H. H., Castañeda de Los Santos, G., & Lara Ponce, E. (Noviembre de 2023). Monitoreo poblacional de la polilla cuatro espejos(Rothschildia

cincta cincta) en el matorral xerófilo de Ahome, Sinaloa. *Memoria 1er Simposio sobre la polilla cuatro espejos Rothschildia cincta cicta*, 12-26.

Márquez, S. G. et al. 2007. "Manejo de capullos de Rothschildia cincta por los Yoreme-Mayos del norte de Sinaloa, México". MESOAMERICANA, 11: 79

Márquez, S. G., Solomón Montijo, B., Sanchez Bañuelos, R., Cabrera, C. A., Gamez Duarte, E. A., Robles Medina, C. A., . Burgueño Hernández, D. (2012). La mariposa de los ténabaris (Rothschildia cincta): cultura, biogeografía y ecología. Recuperado el 14 de 2024, de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/47404695/10373-libre.pdf?1469112207=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DLA_MARIPOSA_DE_LOS_TENABARIS_ROTSCHILDIA.pdf&Expires=1729020416&Signature=J~l7MZYHEjRBP2ZtcdbOFxcsJSOd4jqS3rBBB15l9BQpMm3xJDBfVeew

Márquez Salazar, G., Salomón Montijo, B., & Cruz, C. O. (2016). *PROPUESTA PARA INCLUIR A LA PALOMILLA CUATRO ESPEJOS (Rothschildia cincta cincta) EN LA NOM 059 SEMARNAT (2010). MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL MÉTODO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO DE EXTINCIÓN DE LAS ESPECIES SILVESTRES DE MÉXICO (MER).* Culiacán.

Márquez Salazar, G., Solomón Montijo, B., Lugo Garcia, G. A., Rojo Salomón, J. E., & Corrales Sauceda, J. M. (2025). Hosts of Rothschildia cincta cincta in Dry Forests and Orchards in Sinaloa, Mexico. *Society of Southwestern Entomologists*, 1-11.

Peigler, R. S. (1996). Catalog of parasitoids of Saturniidae of the world. *The Journal of Research on the Lepidoptera, 33*, 1-121.

Rebolledo Morales, A. d., & Jiménez Moreno, J. U. (2023). Al son de la mariposa capullos de la mariposa (Rothschildia cincta), utilizados en la elaboración de sonajas que dan vida a la danza de la pascola en la Sierra Tarahumara. *Memoria primer simposio sobre la polilla cuatro espejos Rotschildia cincta cincta*, 49-63.

Rowley, R. R. (1918). A long-fasting lepidopter. *The Canadian Entomologist, 50*(11), 363.

Salomón Montijo, B. (2012). *Aplicación del Método de Evaluación de Riesgo (MER), en Rothschildia cincta cincta, para su inclusión en la NOM-059- SEMARNAT-2010.* Culiacán.

Salomón, M. B., & Márquez, S. G. (2015). Método de Evaluación del Riesgo de la Palomilla Cuatro Espejos (Rothschildia cincta cincta) (TEPPER, 1883) (Lepidoptera: Saturniidae) en México. *Juyyaania, 3*(1), 25-39.

SEMARNAT. (2019). *Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.* Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 14 de noviembre de 2019.

Simonett, H. (2016). Yoreme cocoon leg rattles: An eco-organological perspective. *Trans. Revista Transcultural de Música*, 1-28.

Tepper, F. (January de 1883). Description of new moths. *Bulletin Brooklyn Entomology Society, 5*, 65-66.

Torres-Avendaño, J. I., Márquez-Salazar, G., Millán-Otero, M. G., Díaz, J. S., & Salomón-Montijo, B. (2025). Distribución potencial y vulnerabilidad de hábitat de Stenocereus martinezii (Cactaceae) en relación con el cambio de uso de suelo en Sinaloa, México. *Acta Botánica Mexicana*(132), 1-15.

Tuskes, P. M., Tuttle, J. P., & Collins, M. M. (1996). *The wils silk moths of North America: a natural history of the Saturniidae of the United State and Canada.* New York: Comell University Press.

El mariposario como modelo de conservación de la palomilla cuatro ventanas (*Rothschildia cincta cincta*) en el noroeste de México.

Gilberto Márquez Salazar, Bladimir Salomón Montijo, Jesús Miguel Corrales Sauceda y Jacek Márquez Stone.
Facultad de Biología. Universidad Autónoma de Sinaloa. Ciudad Universitaria, Blvd. de las Américas y Blvd. Universitarios S/N. C P 80013. Culiacán Rosales, Sinaloa, México.
gmarquez@uas.edu.mx.

Resumen

La palomilla cuatro ventanas (*Rothschildia cincta cincta*) es una especie de importancia cultural, cuyos capullos usan como cascabeles en las ceremonias dancísticas los pueblos originarios comca'ac-seri, o'ob-pima, tóhoro o'odham-pápago, rarámuri-tarahumara, makurahue-wariho-guarijío, yoeme-yaqui e yoreme-mayo del noroeste de México y suroeste de los EE. UU. Con la meta de contribuir a la conservación de la palomilla cuatro ventanas (*Rothschildia cincta cincta*), a través de la generación de un modelo para su reproducción y crianza, se construyó el mariposario en la Facultad de Biología UAS en el 2010. El modelo se implementó en tres espacios: a. El bosque espinoso, b. El laboratorio y c. El mariposario. En el bosque espinoso se realizó el rancheo, actividad de recolecta de capullos. Los capullos se trasladaron al laboratorio para su revisión. Si la pupa correspondía a *R. cincta cincta* y estaba saludable, era seleccionada. Una vez que emergían los imagos, se liberaban dentro del mariposario, donde se apareaban; posteriormente, las hembras ovipositaban sobre las hojas del sangregado (*Jatropha cinerea*) y se alimentaban durante las seis fases larvarias; en la última, enhebran el capullo. Presenta tres ciclos reproductivos y las larvas hilan, como promedio, 100 capullos por ciclo, 300 por temporada. Se producen miles de orugas, las cuales se liberan repoblando el bosque espinoso. Han sido construidos 16 mariposarios en el noroeste de México. El modelo general de reproducción y crianza de la palomilla cuatro espejos está definido, pero aún faltan soluciones a problemas específicos del manejo de parásitos y plagas.

Palabras clave: grupos originarios, conservación ex-situ, sonajeros, capullos, hospederas tróficas

Introducción

El mariposario es un zoocriadero donde se reproducen y se crían lepidópteros. Los fines son múltiples, es un medio para la educación ambiental, producción sustentable, conservación (Márquez-Salazar, 2015) y comercialización, en el cual se diseñan prácticas de cosecha sostenibles, se exhiben, resguardan e investigan sobre las etapas del ciclo de vida de las mariposas. Debido a su gran importancia biológica y cultural, el mariposario se ha popularizado a nivel mundial en las últimas décadas (Boppré y Vane-Wright, 2012) y es una herramienta pertinente para conservar lepidópteros, por presentar este grupo faunístico altas tasas de extinción y reducción de la abundancia, al respecto Vishwanath-Raghavendra et al. (2022), mencionan que más del 30% de las especies de insectos están en declive y un tercio se encuentra en peligro de extinción, entre las diversas causas se encuentran las actividades antropogénicas como el uso de plaguicidas, destrucción del hábitat y cambio climático (Sukkar, et al., 2025). La palomilla cuatro ventanas (*Rothschildia cincta cincta*: Lepidoptera: Saturniidae) es una especie clave culturalmente, cuyos capullos, los habitantes de pueblos originarios del noroeste de México y suroeste de los EE UU y algunos pueblos mestizos de Sinaloa, los transforman en cascabeles para ser usados en ceremonias dancísticas; la importancia cultural, proporciona identidad de un grupo humano y el conocimiento tradicional refuerza el saber ancestral (New, 2023); en el abastecimiento de capullos, es relevante la función que tienen los ecosistemas (Barragán-Fonseca, et al., 2025) de bosques secos y matorrales xerófilos. Para la conservación de la palomilla cuatro espejos (*R. cincta cincta*), se han considerado dos estrategias básicas, la primera es la herramienta legal, al ser incluida como una especie en riesgo de extinción, con la categoría de Amenazada (A) en la NOM-059-SEMARNAT 2010 (SEMARNAT, 2018), que en la legislación mexicana se define a una especie Amenazada, como a aquellas que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones. La segunda estrategia es la conservación a través del mariposario, que fue creado en el año 2010 en las instalaciones de la Facultad de Biología de la Universidad Autónoma de Sinaloa, como una forma de conservación ex-situ, ya que la reproducción, y crianza de lepidópteros a través de este medio promueve la recuperación de mariposas en peligro de extinción (Schultz, et al., 2009), la premisa básica para el funcionamiento del zoocriadero fue el conocimiento de la biología (Gómez, 2006) de la palomilla, las interacciones, el conocimiento de su ciclo de vida y su hospedera alimenticia primaria (Sandoval, 2009), que fueron elementales para crear un modelo de reproducción y crianza de la palomilla cuatro ventanas (*Rothschildia cincta cincta*) en mariposario, cuya descripción se tiene como objetivo en el presente trabajo.

Breve historia del uso de cascabeles

Su uso actual es una muestra de su empleo desde tiempos muy antiguos. Las evidencias arqueológicas del uso de capullos de palomilla son escazas, un ejemplo es mencionado por Hewes (1952) citando a Klimer (1935), quien señala que en excavaciones de una cueva al norte de California en EE. UU., encontró, entre otros objetos, un sonajero de capullo y otro de palo que correspondían a la cultura kuksu. Los cascabeles y objetos los muestra como parte de la vida ceremonial universal de los grupos ancestrales. Otra muestra es la escultura de Xiuhtecuhtli, quien era entre los mexicas la deidad del fuego y el calor, al cual representaban con cascabeles liados a los tobillos; un ejemplo más son las representaciones en arcilla de mujeres danzante de la cultura Tlatilca, ubicada en el margen occidental del Lago de Texcoco, en el actual Estado de México, que datan del periodo Preclásico Medio (1300-1000 AC) (Salas-Cuesta y Hernández-Espinoza, 1994) y una figura también de arcilla que trae en la cabeza una estructura que asemeja cascabeles (Figura 1); que, de ser corroborado, mostraría por primera vez, en una figurilla de arcilla el uso de sonajeros en la parte frontal de la cabeza; además, existen pinturas rupestres, cuyos grabados asemejan cascabeles (Figura 2), como los de la cantera de El Cajón, en el municipio Sinaloa (Lizárraga-Arámburo, 1980), parecidos a los sonajeros que emplean los pueblos originarios del noroeste de México y suroeste de EE UU. De estos ejemplos se infiere el uso, de los que pudieron ser capullos de palomilla, como sonajeros de danzantes, desde tiempos muy remotos. A diferencia de los sonajeros de capullos, los de campana o cascabeles metálicos están bien representados en los vestigios arqueológicos de humanos (Ekholm, 1942) y fauna en Mesoamérica (López-Luján, et al., 2022) y en el texto de Sahagún (1989) con respecto a la vestimenta de Huitzilopochtli que se decía, portaba campanillas o cascabeles en sus piernas.



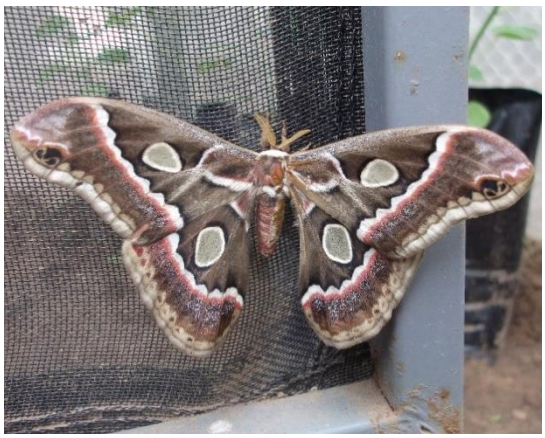


Figuras 1 y 2. Muestra una imagen antropomorfa con estructuras en la frente que asemejan cascabeles, que procede de la región de Cintalapa, Chiapas y una pintura rupestre que asemeja un sonajero, parecidos a tenábaris o teneboim, grabado sobre una cantera de El Cajón en Sinaloa municipio, Sinaloa.

Descripción de *Rothschildia cincta cincta*.

Es un lepidóptero con metamorfosis completa que transita por la etapa de huevo, larva, pupa e imago. Como oruga tiene seis estadios. Las primeras tres fases son de color azul verdoso con franjas negras y el scolli amarillo, en la cuarta etapa se torna verde azuloso, sin las franjas negras y el scolli adquiere la tonalidad de anaranjado; la quinta y sexta etapa adquiere un color verde, con seis franjas transversales de color blanco y violeta, el scolli es anaranjado (Lampe, 2010). El huevo es pequeño de forma ovoidea de color blanco de alrededor de 2 mm de largo, su tamaño como larva su tamaño oscila de los 1.5 mm hasta los 9 cm, y su peso de los 0.0014 hasta los 8.9 gr (Cabrera-Flores, 2015). La larva al final de su sexto estadio elabora el capullo, donde se transformará en pupa. Los imagos son de color café, café marrón y café obscuro, por la parte ventral presentan una franja horizontal blanca en el tórax y abdomen y en la cara dorsal despliegan tres franjas en la parte lateral de las alas, sin tocar las fenestras., la exterior es de color rojo marrón, la intermedia blanca y la interior negra. La roja es más lineal, la interna un poco o más ondulada, las fenestras (ventanas) de las alas anteriores son de forma triangular y las posteriores ovaladas (Tepper, 1883). Presentan dimorfismo sexual. En las hembras el abdomen es ovoideo y sus alas anteriores miden de largo alrededor de 14 cm., y en los machos el abdomen es cónico y sus alas anteriores miden poco más de los 13 cm (Salomón-Montijo y Márquez-Salazar, 2015) (Figura 3 y 4).





Figuras 3 y 4. Hembra (izquierda) y macho (derecha) de la palomilla cuatro ventanas (*Rothschildia cincta cincta*).

Justificación: La problemática de la palomilla cuatro ventanas

Las causas que originan el decremento de las poblaciones de la palomilla cuatro ventanas (*Rothschildia cincta cincta*) ha sido mencionada por diferentes autores. Peigler (1994) menciona que una causa de la reducción a lo largo del río Yaqui fue como resultado de las fumigaciones masivas

del herbicida *paraquat* por parte del gobierno mexicano para erradicar los cultivos de marihuana (*Cannabis sativa* L.). Peigler y Maldonado (2005) mencionaron que una recolección excesiva de capullos de la palomilla por parte de humanos mantiene también probablemente las poblaciones de esta especie a un nivel bajo. Salomón-Montijo y Márquez-Salazar (2015) hacen referencia a dos graves problemáticas, la primera aunada al cambio de uso del suelo en el noroeste de México, a través del cual se transforman los bosques secos y matorrales en campos de cultivo, terrenos de agostadero, granjas de camarón, etc., que han impactado negativamente las poblaciones de la palomilla, y la segunda derivada de la intensa actividad extractiva y comercialización de capullos, la palomilla se ha extinguido en la áreas circunvecinas de Las Culebras, El Colorado, El Jitzamuri, San Miguel Zapotitlán, Mochicahui y otros centro ceremoniales, al respecto Simonett (2016) menciona que los tenabarim (cascabeles de capullos) son muy codiciados, dada la creciente escasez de capullos. En el Festival Yoreme 2014 en la capital de Sinaloa, un solo capullo costo dos pesos. Un par de sonajas de pierna (cada sarta de 3 a 4 m de largo) consta de hasta 1000 piezas, a un costo de 300 pesos por metro. El precio actual de un solo capullo oscila entre $ 2.5 y 3.5 pesos M/N (0.125 y 0.175 precio de USD. 1:20). Tal vez la señal más significativa de la problemática de la palomilla, sea la escasez de capullos, por lo cual los sonajeros se elaboran de materiales artificiales, como aluminio, PET, mangueras, etc., y los yoreme-mayo le llaman botenabaris, en semejanza al nombre de tenábaris que le asignan a los hechos con capullos de palomilla. Esta problemática es la razón más importante de emprender la estrategia de conservación ex- situ de la palomilla cuatro ventanas (*Rothschildia cincta cincta*) a través del mariposario.

Antecedentes de reproducción y crianza de lepidópteros

Las partes que forman la estructura y el origen del pool genético para reproducir y criar mariposas, es diverso, estas varían con diferentes autores. Para Vásquez-Bardales et al. (2017) la estructura la conforman una casa de crianza, una plantación de hospederas y el mariposario. León-Verdugo y Castañeda-de los Santos (2022) mencionan que para el manejo en cautiverio lo constituye una infraestructura con un área para el vuelo cubierta con malla antiáfidos, las plantas hospederas, un laboratorio para el manejo de los primeros estadios y una fuente de capullos como pie de cría. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2002) menciona sobre los diversos orígenes de los estadios para iniciar la reproducción y crianza, primeramente recogen los huevos que pusieron de mariposas hembras, silvestres o criadas en cautividad, y/o se recolectan huevos y/o pupas en el bosque, para posteriormente, ser colocados en jaulas y controlar su crianza hasta la aparición de las pupas, seguido de la liberación de mariposas en recintos con abundantes plantas autóctonas. Para algunos autores como dos Santos-Beckelet et al. (2007) su

objetivo fue desarrollar un método de reproducción y crianza únicamente en un laboratorio de forma simple y eficiente. Peña-Bermúdez y Rodríguez-Aguilar (2015) proponen un modelo de crianza que contrastó un medio natural (NAT) y otro controlado (CON), entre los cuales no encontraron diferencias significativas entre larvas, pupas y adultos; a diferencia del anterior estudio Bolaños-Martínez y Zambrano-González (2011) contrastaron la crianza de *Pteronymia zerlina* y *P. medellina* en ambiente contrastantes ex-situ e in-situ, en el escenario ex-situ ambas Nymphalidae obtuvieron una sobrevivencia superior al 50 % y lo contrario, paradójicamente, en el medio in-situ.

Descripción del modelo

El modelo de reproducción y crianza de la palomilla consta de tres partes fundamentales que se complementan entre ellas. La primera es el **Rancheo**, que se realizó en el bosque espinoso de la región costera del centro de Sinaloa, la segunda estriba en el trabajo de **Laboratorio** y una tercera en el **Mariposario**, donde se manejan los diferentes estadios de la palomilla y la hospedera trófica.

Bosque espinoso

En esta comunidad vegetal de la planicie costera se localiza el sangregado o sa´apo (*Jatropha cinerea*), que es la hospeda trófica primaria más importante de la palomilla cuatro espejos (*R. cincta cincta*) en Sinaloa. La importancia de esta asociación de plantas fue en tres secciones: A. Fuente de plantas de sangregado (*J. cinerea*) para el mariposario, B. El Rancheo y C. Reintroducción (rewilding) de larvas.

A. Fuentes de plantas de sangregado (*Jatropha cinerea*)

La hospedera trófica es el componente más importante del zoocriadero. El disponer plantas de sangregado suficientes con folio de calidad, garantiza que la palomilla cuatro espejos lleve al cabo el ciclo de vida completo de forma exitosa. Es una hospedera primaria al ser la fuente de alimentación de orugas y el órgano de más importante de ovoposición, así como sobre el tallo, este último son el sostén de los capullos enhebrados por las larvas del sexto estadio, de percha y protección de imagos. Para iniciar la plantación de sangregado se cortaron 50 tallos del bosque seco de Altata en septiembre del año 2010 (Figura 5 y 6). Fueron seleccionados los tallos más verticales y de mayor grosor, que posteriormente a ser cortados se trasladaron a las instalaciones de la Escuela de Biología UAS, primeramente, para limpiarlos, permitir que cicatrizara el corte y subsiguientemente plantarlos directamente en el suelo dentro del mariposario y en cubetas de 20 L.



Figura 5 y 6. Plantas de sangregado (*Jatropha cinerea*) en el bosque espinoso de Playa El Tambor, Navolato, que fueron la fuente de hospederas para el mariposario de la Facultad de Biología UAS.

El Rancheo

Fue el proceso inicial en la reproducción de la palomilla cuatro ventanas. Gómez (2006) describe al rancheo como la recolecta de los huevos y las orugas sobre las plantas hospederas, que luego son criadas en cautiverio; esta actividad incluye también pupas e imagos. Algunos ejemplos de este proceso lo llevaron al cabo Loewy, et al. (2013), quienes colectaron 12 larvas de la polilla tejedora (*Hyphantria cunea* Drury) en recipientes especiales junto con ramas de *Populus* spp y *Alnus tenuifolia* que trasladaron al laboratorio; por su parte. Bolaños-Martínez y Zambrano-González (2011) colectaron huevos, larvas y pupas, al igual que las plantas huésped para su reproducción ex-situ. En el Rancheo de *R. cincta cincta* la colecta de capullos se llevó al cabo en el bosque espinoso de La Playa Ponce en El Dorado, Dautillos y La Playa El Tambor, Navolato, Sinaloa (Tabla 1).

Tabla 1. Sitios de Rancheo de capullos del palomilla cuatro espejos (*Rothschildia cincta cincta*) de la región costera del centro de Sinaloa.

Lugar	Municipio	Coordenadas	Año
La Playa Ponce	El Dorado	24°17'50.5" 107°28'6.4"	2010 y 2019
Altata	Navolato	24°28'45.0" 107°5'39.9"	2010 y 2019
La Playa El Tambor	Navolato	24°43'47.1" 108°00'01.3"	2010 y 2019

Se colectaron 100 capullos con pupa en septiembre del año 2010 y 75 en julio del 2019. Solo en dos ocasiones se realizó la actividad. Se seleccionaron los capullos, en vez de otras formas biológicas, por la mayor facilidad de localización y manejo, pueden colectarse al inicio de la temporada de lluvias, lo que obvia tiempos en la reproducción, a diferencia de los imagos, huevos y larvas que deben colectarse hasta después de inicias las precipitaciones y además para huevos y larvas es más difícil determinar si o no están parasitados y para la colecta de adultos se debe hacer monitoreos nocturnos y requiere un manejo especial para evita que arrojen el líquido reproductivo, así como su traslado en un medio especial.

Liberación de orugas. Las larvas de la palomilla cuatro ventanas fueron el estadio a través del cual se regresó al bosque espinoso parte de los individuos extraídos por el Rancheo. La capacidad de carga de la densidad de la hospedera trófica dentro del mariposario fue insuficiente cuando existió un incremento de larvas que rebasaron los miles de individuos. El sangregado es defoliado por las voraces orugas y este se queda sin hojas, en ese escenario se debe de tener los medios para con urgencia realizar la liberación, así como el o los sitios para reintroducirlos al bosque espinoso. Las orugas son la forma más práctica, sencilla y directa de liberación, contrario a los huevos, capullos o imagos. Esta resilvestración (rewilding) pretendió elevar el número de individuos de la palomilla cuatro ventanas (*R. cincta cincta*) así como reintroducirla en aquellos sitios donde no se registró algún estadio de la Saturniidae. La cantidad estimada de larvas liberadas en diversos sitios del bosque espinoso costero alcanzó 64,120 orugas (Tabla 2), con temporadas oscilantes de años en crisis como en el año 2019 y 2025, así como de ciclos excelentes como el año 2023.

Tabla 2. Cantidad de larvas liberadoras en el bosque espinoso costero de la región central de Sinaloa.

Año	Cantidad de larvas liberadas	Sitio de liberación
2010	0	
2011	4,340	Playa Ponce y Las Arenitas, Eldorado
2012	3,710	Península de Lucenilla, Eldorado
2013	5,620	Playa El Tambor y Dautillos, Navolato
2014	3,870	Playa Ponce, El Dorado y Yameto, Navolato
2015	5,530	Playa Ponce y Península de Lucenilla, Eldorado y
2016	3,890	Playa El Tambor y Yameto, Navolato
2017	3,640	Altata y Playa El Tambor, Navolato
2018	5,810	Playa Ponce y Península de Lucenilla, Eldorado
2019	0	
2020	1,220	Altata y Playa El Tambor, Navolato
2021	5,580	Altata, Playa El Tambor y Yameto, Navolato
2022	3,270	Playa Ponce, Península de Lucenilla Eldorado
2023	9,890	Playa Ponce, Península de Lucenilla Eldorado, y Altata y Playa El Tambor, Navolato
2024	7,750	Villa Juárez, Altata y El Tambor Navolato.
2025	0	
	64,120	

Laboratorio

En este medio se llevó a cabo el manejo de capullos, huevos y larvas, así como diversos experimentos con el fin de facilitar, mejorar la reproducción y la crianza de la palomilla cuatro ventanas.

Manejo de capullos

Los capullos se trasladaron al laboratorio para la revisión de las pupas. Se abrieron con un corte horizontal de la parte superior del receptáculo de seda para extraer la pupa y poder diagnosticar su salud. Si la pupa correspondía a *R. cincta cincta* y esta se encontraba saludable, se introducía de nuevo al capullo y se cerraban los bordes con pegamento, de lo contrario si la pupa estaba momificada, parasitaba o correspondía a la de algún parásito se desechaba (Figura 7). Con las pupas sanas encerradas de nuevo en su capullo, se procedía a enhebrarlas en una piola, con distancia de 5 cm y en los extremos se colocaba un alambre para engancharlas. El trabajo de Laboratorio se realizó por estudiantes, voluntarias y prestadores del Servicio Social. Como resultado de la apertura de capullos se documentó la presencia de la avispa parásita (*Enicospilus lebophagus* (Gauld, 1988): Hymenoptera: Ichneumonidae), de los capullos procedentes de La Península de Lucenilla, Eldorado y El Tambor, Navolato, Sinaloa, México con 27 % y 31% de pupas parasitadas respectivamente (Márquez-Salazar, et al., 2018). La avispa parásita (*Conura maria*. Hymenoptera: Chalcididae) se registró en capullos del mariposario de Camayeca, Ahome, Sinaloa en el año 2014.



Figura 7. Revisión de capullos de la palomilla cuatro ventanas (*Rothschildia cinta cincta*), para seleccionar las pupas sanas por alumnos y alumnas del Servicio Social UAS.

Los capullos con las pupas revisadas se colocaban en una pequeña jaula de 0.50 m^3 (Figura 8). Una vez que emergían los imagos, se descartaban otros parásitos y se liberaban dentro del zoocriadero, que era donde se llevaba al cabo el ciclo de vida.

Manejo de huevos y larvas

Los huevos puestos sobre la malla se recogían en cajas Petri (Figura 9), todos los días para ser trasladados al laboratorio. La causa que ovipositaran sobre la malla era debido a las luces nocturnas, externas al mariposario, que atraía a las hembras y facilitaba que ovipositaran pegando los huevos en el medio artificial, en vez de las hojas o tallos del sangregado.



Figura 8. Jaula para colocar los capullos de la palomilla cuatro ventanas (*Rothschildia cincta cincta*) y facilitar la emergencia de imagos.



Figura 9. Recolecta de huevos en caja Petri sobre la malla protectora

Se utilizaron cajas Petri esterilizadas o nuevas para colocar entre 50 y 100 huevos en cada una. Previo a la eclosión, que tarda 5 días aproximadamente, el día cuatro se les colocaba hojas verdes, turgentes y limpias de sangregado (*J. cinerea*). En las primeras etapas las orugas son gregarias. Una vez eclosionaban se alimentaban del folio. En esta etapa de crianza se requirió de mucha vigilancia

para retirar las excretas, fragmentos de hojas, limpiar, secar el medio, esterilizar o colocar una nueva caja Petri y poner alimento (Figura 10).



Figura 10. Hojas de sangregado (*Jatropha cinerea*) con un lote de huevos y larvas del primer estadio de la palomilla cuatro espejos (*Rothschildia cincta cincta*) dentro en una caja Petri.

En el tercer estadio se llevaban al mariposario, se dispersaban homogéneamente, colocándolas sobre la parte superior del folio en todas las hospederas tróficas.

Experimentos con larvas

Experimento 1. Se llevaron al cabo ensayos con capullos en una cámara de cámara de crianza (Binder), donde se regulaban las condiciones de fotoperiodo, temperatura y humedad relativa para comprobar o rechazar si era posible originar la emergencia de imagos. Se incluyeron pupas sanas de *R. cincta cincta* y con ello se pretendía lograr la ruptura de la diapausa facultativa. Para comprobar la hipótesis planteada se realizaron ensayos divididos en etapas de tres experimentos cada uno (termo-

fase y crio-fase), donde la etapa de termo-fase dio resultados negativos, al no presentar emergencias de adultos significativas, con respecto al testigo y para la etapa de crio-fase se presentaron resultados positivos, ya que un 96.5% de las larvas sobrevivientes en los tratamientos entraron en diapausa facultativa en el interior de la cámara (García-Pacheco, 2012).

El mariposario

La estructura del zoocriadero de la polilla cuatro ventanas (*R. cincta cincta*) de la Facultad de Biología UAS, fue construido con un armazón metálico de forma rectangular, tensores de alambre y malla antiviral. Las dimensiones fueron 8 m de ancho, 10 m de largo y 3.15 m de alto en el puntal central, que le dieron al techo una forma cónica, con una caída perimetral a los 2.60 m de alto. Los tensores de alambre le proporcionaron firmeza al armazón metálico, sostén en la techumbre para la acumulación de hojarasca y a su vez facilitara la extensión de la malla; por su parte la malla empleada de color blanco, fue de micro poro para evitar la entrada de insectos plaga, y de alta luminosidad, para permitir el paso de la mayor cantidad de radiaciones solares (Figura 11).



Figura 11. Estructura del mariposario de la Facultad de Biología UAS construido en el 2010 para la reproducción y crianza de la palomilla cuatro ventanas (*Rothschildia cincta cincta*).

Manejo de sangregado. La superficie de plantación fue de 80 m^2. El espacio se dividió en tres secciones. La primera, de la entrada, a la derecha para la plantación del sangregado (*Jatropha cinerea* (Ortega) Müell. Arg.) la hospedera alimenticia más importante del bosque espinoso, para lo cual se destinaron 50 m^2, donde se plantaron 40 tallos por el esquema de marco real, con una distancia entre planta de 1.25 m. La justificación de la distancia fue planeada para cuando se desarrollarán las plantas hospederas se unieran los tallos y con ello facilitar que las orugas se dispersaran entre las plantas

(Figura 12). 10 tallos se plantaron en botes de plástico de 20 L. El propósito de contar con plantas en botes de plástico era poderlos moverlos a un lado de aquellas plantas de sangregado que se les agotara el forraje, esto debido a la voracidad de las larvas que presentan en los últimos estadios que defolian por completo a la hospedera. La segunda, frente a la entrada, era el pasillo, por el cual transitaban las visitas, voluntarios y el personal al interior del mariposario para realizar las diferentes actividades de manejo, prácticas de asignaturas o investigación. La superficie destinada a esta parte fue de 10 m^2. La tercera sección se encontraba a la izquierda de la entrada, fue reservada a la investigación, plantando otras hospederas tróficas. Se plantó el torote panalero (*Jatropha cordata* (Ort.) Müll. Arg.) hospedera alimenticia del bosque tropical caducifolio y sangregado azul o negro (*Jatropha cardiophylla* (Torr.) Müll. Arg.), hospedera del matorral xerófilo del norte de Sinaloa. La superficie dedicada a esta sección fue de 20 m^2.



Figura 12. Plantación de sangregado (Jatropha cinerea) dentro del mariposario de la Facultad de Biología UAS.

Riego del sangregado.- Se le proporcionaba riegos a la plantación de la hospedera trófica cuando las lluvias tardaban en presentarse, eran reducidas o dispersas. El clima de Culiacán, Sinaloa, México es estacional. Las mayores precipitaciones se concentran verano e inicios de otoño en los meses de julio, agosto, septiembre y octubre y llueve como promedio 671.7 mm anuales (García,

2004). Con información de la Estación Climatológica de la Facultad de Biología se precisan los meses y años de reducción o dispersión de la precipitación (Sánchez-Bañuelos, et al., 2025), cuando fue necesario realizar los riegos en la plantación de sangregado. El riego se realizaba a finales de junio, si en la última semana no llovía o si las precipitaciones eran reducidas o dispersas. Los riegos se realizaban una o dos veces por semana. La plantación del sangregado se realizó en septiembre de 2010. Los riegos se proporcionaron en el mes siguiente de octubre, que de manera general fue un período sin lluvia (Figura 13). Se proporcionaron riegos en el mes de octubre del 2010 al 2024, con excepción del año 2023. Las precipitaciones fueron bajas y/o dispersas en septiembre del 2017, en julio del 2018, en agosto y septiembre del 2020, en agosto del 2021, julio y septiembre del 2023, así como en julio, agosto y septiembre del 2024.



Figura 13. Riego proporcionado a la plantación de sangregado (*Jatropha cinerea*) por las lluvias bajas o espaciadas.

MANEJO DE LARVAS

Las larvas criadas en el laboratorio, una vez entraban en el tercer estadio se llevaban al mariposario. Se distribuían homogéneamente en las plantas hospederas y se colocaban sobre las hojas de las ramas superiores. El otro grupo de orugas eran aquellas que cumplían todo el ciclo de vida dentro del zoocriadero, que iniciaba cuando las hembras ovipositaban sobre hojas y tallos de sangregado, en vez de la malla. En tiempo de crianza la vigilancia de la alimentación sobre ramas y plantas es clave para que se cumpla en ciclo de vida de forma exitosa. Para solucionar el agotamiento del forraje se implementaban cuatro estrategias. La primera maniobra, era en aquellos sangregados con más más orugas que otras plantas, donde para prever el agotamiento del forraje, se movieron las larvas excesivas a otros sangregados con mayor folio o menor cantidad de orugas. En el movimiento de larvas se fue cuidadoso, para los estadios 1, 2 y 3 se puede mover la hoja sobre la cual se están alimentando, al nuevo lugar seleccionado sobre el cual se coloca la hoja, solo que aquí, se debe observar que las larvas se "bajen" a la nueva hoja. Para los estadios 4, 5 y 6 el movimiento es larva por larva, para realizarlo se levanta pata por pata, primero las de un lado y posteriormente del otro, y del lugar donde se colocará, ser vigilante a que la oruga se "agarre" del tallo o rama y colocarlas en el sentido donde se encuentra el forraje. No se recomienda mover la larva si se encuentra mudando. La segunda medida era el "trenzado", que consistía en unir las ramas que estaba por agotarse el alimento con otra cercana que tenía abundante forraje, las ramas del sangregado tienen la bondad de ser flácidas y se puede entrelazar fácilmente entre ellas. La tercera estrategia era mover las cubetas con la planta de abundante forraje hacia las hospederas que se les estaba agotando el alimento, esta estrategia tiene la ventaja de que no existe necesidad de manipulación de orugas y la cuarta táctica, era la liberación de orugas al bosque espinoso, que se implementaba cuando se agotaba por completo el del forraje.

Manejo de plagas. La plaga de mayor importancia del sangregado (*J. cinerea*) fue el piojo harinoso (*Planococus* sp. Hemiptera: Pseudococcidae), que se alimenta succionando la savia de la planta (Figura 14). El problema estribaba en que reduce la cantidad y calidad del forraje. El hemíptero tiene baja capacidad dispersiva, su éxito estriba en que establece una relación mutualista con hormigas, a quienes le proporciona una miel de recompensa, por lo cual hace difícil su erradicación.

Para su control se emplearon diversas estrategias, para el piojo harinoso: la mecánica (poda), física (agua caliente) y para las hormigas: la química (Antex). En el mariposario del Jardín Botánico Benjamín Francis Johnston de Los Mochis se experimentó con los insecticidas



Figura 14. Infestación de piojo harinoso (*Planococcus* sp) sobre el folio del sangregado (*Jatropha cinerea*) en el Mariposario de la Facultad de Biología UAS.

VELBAN 480 y QUIANTOR 400, colocando larvas sobre las hojas de ambos productos, alimentándose y sobreviviendo ambas orugas sobre el forraje. Faltó repetir el ensayo, incrementar el número de orugas y monitorear el estadio subsecuente de pupa e imago.

Los cortes se realizaron sobre las ramas infestadas de piojo harinoso, se emplearon unas tijeras cortas y una cubeta de 20 litros para depositar el material vegetal podado. No se emplearon bolsas de hule como depósito. Las hojas y ramas plagadas se enterraban afuera del mariposario, excavando una pala una pequeña zanja y posteriormente cubrirla con suelo y finalmente se presionaba el suelo. De esa forma se evitaba la dispersión de la plaga. En algunos zoocriaderos de Ahome el material vegetal contaminado se arrojaba al fuego de la hornilla. Se llegó a tener infestaciones severas del hemíptero. En el año 2022 se presentó en el mariposario de la Facultad de Biología una grave infestación de piojo harinoso. Otra plaga de consideración fue la araña roja.

Control físico. Debido a que no aplicó un control químico sobre el folio de sangregado, tanto orgánico como inorgánico, se optó por aplicar agua a una temperatura de 80° C. El líquido se calentó empleando una resistencia eléctrica, que es un alambre en forma de resorte, un termómetro, una cubeta de 20 L., guantes de carnaza y una mochila aspersora. Una vez el agua llegaba a la temperatura de 80 C., se vaciaba a la mochila aspersora y se aplicaba directamente a los brotes que tenían el piojo harinoso (Figura 15), hasta que la plaga se desprendía de las ramas y hojas donde se encontraban. La aplicación a esa temperatura no quemaba o estresaba a la planta.



Figura 15. Aplicación de agua caliente a 80° C., sobre ramas de sangregado (*Jatropha cinerea*) infestados de piojo harinoso.

Manejo de parásitos en huevos.

En el primer ciclo de la palomilla cuatro ventanas del año 2022, se presentó un brote de parasitismo de huevos por avispas. Los huevos de la palomilla cuatro ventanas adheridas a las hojas o tallos de sangregado eran perforados, por lo menos, de dos especies de avispas, dentro de los cuales

ovipositaban. Al observar detenidamente los huevos estos tenían dos patrones de eclosión de insectos. La eclosión de larvas de *R. cincta cincta* marcaba un orificio más grande y amorfo, por el contrario, un segundo orificio era más pequeño y circular (Figura 16).

La estrategia de combate del parásito consistió en colectar en cajas Petri todos los huevos puestos por hembras de la palomilla cuatro ventanas, sobre las hojas, tallos y malla, para posteriormente ser llevadas al Laboratorio de Ecología. De las cajas Petri cuyos huevos eclosionaba una larva de la palomilla, se mantenía alimentándose en el laboratorio hasta el estadio 3, para finalmente llevarla al mariposario, por el contrario, las avispas parásitas que eclosionaban eran eliminadas. Una de las especies se identificó a nivel genérico como *Anastatus* sp. (Eupelmidae) (Figura 17) que contribuyó a reducir la densidad de larvas en los primeros dos ciclos de la temporada 2022.



Figura 16 y 17. - Eclosión de huevos por larvas de la palomilla cuatro espejos y de avispas parásitas (izquierda) y avispa parásita (*Anastatus* sp.) sobre huevos de *Rothschildia cincta cincta* (derecha).

Mariposarios en el noroeste de México.

Los zoocriaderos de la palomilla cuatro espejos comenzaron desde 2008. Los mariposarios han sido y son diversos entre ellos, solo algunos fueron similares, tienen diferencias en su armazón o estructura metálica, tamaño, en el tipo de malla, en las hospederas alimenticias plantadas y emplean una forma similar de reproducción y crianza. Las hospederas alimenticias y de enhebrar capullos

varia. La mayoría tiene sangregado o sa´apo (*Jatropha cinerea*), el zoocriadero de Capomos 2 y de Baymena tienen sangregado negro o azul (*Jatropha cardiophylla*) y El del Majoy tiene duranzo (*Prunus persica*) (Tabla 3).

Tabla 3. Mariposarios de la palomilla cuatro ventanas, construidos en el noroeste de México desde el año 2008 al 2024.

	Mariposario	Lugar	Año
1	Las Culebras	Las Culebras, Guasave, Sinaloa	2008
2	Los Capomos	Los Capomos, El Fuerte, Sinaloa	2009
3	Facultad de Biología UAS	Culiacán, Sinaloa	2010
4	Jambiolabampo	Jambiolabampo (Los Pollos) Huatabampo, Sonora	2010
5	Aceitunitas	Aceitunitas (Sube y Baja), Benito Juárez, Sonora	2010
6	Jardín Botánico Benjamin Francis Johnston	Los Mochis, Ahome, Sinaloa	2013
7	Camayeca	Camayeca, Ahome, Sinaloa	2013
8	Nuevo San Miguel	Nuevo San Miguel, Ahome Sinaloa	2013
9	El Refugio	El Refugio, Ahome, Sinaloa	2013
10	Los Capomos II	Los Capomos, El Fuerte, Sinaloa	2013
11	El Júpare	El Júpare, Huatabampo, Sonora	2014
12	Yo' o Joara	Cocorit, Cajeme, Sonora	2016
13	Jardín Etnobiológico RENATURA*	Bahía de Kino, Hermosillo, Sonora	2022
14	El Majoy*	El Majoy, Chínipas, Chihuahua	2023
15	Baymena*	Baymena, Choix, Sinaloa	2024
16	FUCUMA*	La Esperanza, Angostura, Sinaloa	2024

Discusión

Gil y Posada (2002) crearon un mariposario para realizar investigaciones sobre la biodiversidad de los lepidópteros de la región cafetera de Colombia, particularmente desarrollar programas de conservación y educación ambiental; con relación a las causas del decremento de las poblaciones de lepidópteros mencionan que las poblaciones de mariposas están amenazadas por factores como la recolección excesiva, la destrucción de los hábitats naturales por el desmonte y la deforestación mediante quemas, talas y la aplicación de pesticidas. Una alternativa para proteger la supervivencia de las mariposas es desarrollar estudios sobre sus ciclos de vida, distribución, censos de plantas hospederas, energías naturales y desarrollar la crianza masiva de mariposas en cautiverio. A diferencia de Moreira, et al. (2010), que todos los estadios de la crianza los llevo al cabo en cajas Petri, para la palomilla cuatro espejos sólo los tres primeros estadios se criaron en este medio. Con relación a los tópicos básicos para la investigación y conservación de la palomilla cuatro ventanas (*R. cincta cincta*) se coincidió con Freitas, et al (2011), quienes afirmaron que las prioridades estaban en descubrir las plantas hospederas, la descripción de los estados inmaduros, los depredadores y parasitoides. Durante el proceso de crianza en el laboratorio las cajas Petri y demás recipientes empleados eran lavados, secados y esterilizados, como lo mencionan Kumar-Gupta y Kumar-Dubey (2021), en los pasos que se siguen para la crianza de lepidópteros en condiciones de Laboratorio. Se coincide con los elementos mencionados por León-Verdugo y Castañeda-de los Santos (2022) que facilitan la reproducción y crianza de la palomilla cuatro ventanas (*R. cincta cincta*). A diferencia de dos Santos-Beckelet et al. (2007), que criaron sólo en laboratorio, en el presente modelo, el laboratorio fue parte importante para el manejo de estadios.

Conclusiones

El modelo de reproducción y crianza de la palomilla cuatro ventanas (*Rothschildia cincta cincta*) está dominado en los procesos generales, pero aún faltan aspectos particulares que solucionar, como el parasitismo de huevos, larvas y pupas, así como el manejo de las plagas del sangregado, para tener un modelo exitoso. El mariposario ha sido un medio importante de conservación ex situ, donde se ha realizado experimentación e investigación de la Saturniidae. El zoocriadero de la Saturniidae ha sido una vía, a través de educación ambiental y ecológica, para posicionar a la palomilla cuatro espejos, amenazada con la extinción, como un lepidóptero de importancia ecológica y cultural en el noroeste de México. Los mariposarios no tienen un modelo único de reproducción, crianza y hospedera trófica; cada medio tiene sus particularidades.

Referencias

Barragán-Fonseca, K. B., Ortiz, J. E., García-Arteaga, J. D., y Giron, D. 2025. The Role of Insects in Agri-Food Sustainability: Taking Advantage of Ecosystem Services to Achieve Integrated Insect Management. Insects, 16, 866. https://doi.org/10.3390/insects16080866.

Bolaños-Martínez, I. A. y Zambrano-González, G. 2011. Factibilidad de cría de Pteronymia zerlina y P. medellina (Lepidoptera: Danainae: Ithomiini). Revista Colombiana de Entomología 37 (1): 117-120.

Boppré, M., y Vane-Wright, R. I. 2012. The Butterfly House Industry: Conservation Risks and Education Opportunities. Conservation and Society 10(3): 285-303.

Cabrera-Flores, C. A. 2015. Incremento en masa de larvas de Rothschildia cincta cincta (TEPPER, 1883) (Lepidoptera: Saturniidae) mediante una dieta de Jatropha cinerea bajo condiciones de laboratorio. Tesis. Facultad de Biología Universidad Autonoma de Sinaloa. 72 p.

de Sahagún, B. 1989. Historia general de las cosas de Nueva España. Consejo Nacional para la Cultura y las Artes y Alianza editorial. México D. F.

dos Santos-Beckel, H., Lorini, I. y Sonia M. N. Lazzari, S. M. N. 2007. Rearing method of Oryzaephilus surinamensis (L.) (Coleoptera, Silvanidae) on various wheat grain granulometry. Revista Brasileira de Entomologia 51(4): 501-505.

Ekholm, G. F. 1942. Excavations at Guasave, Sinaloa, México. Anthropological Papers of the American Museum of Natural History. 38 (2): 23-139.

Freitas, A., Kaminski, L., Barbosa, E., y Filho, O. M. 2011. The endagered butterfly Charonias theano (Boisduval) (Lepidoptera: Pieridae): Current status, threats and its rediscovery in the state of Sao Paulo, Southeastern Brazil. Neotropical Entomology, 40(6): 669-676. https://doi.org/10.1590/S1519-566X2011000600006

García, E. 2004. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. Serie de libros número 6. México D. F. 90 p.

García-Pacheco, J. L. 2012. Manipulación de la diapausa facultativa y obligada de Rothschildia cincta (Tepper, 1883) (Lepidoptera: Saturniidae) en cámara de crianza. Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle, 13(2):34.

Gil, P. Z. N., y Posada, F. F. J. 2002. Rearing butterflies in captivity: an alternative to study the biodiversity in the Colombia coffee region. Revista Colombiana De Entomología, 28(1): 61–68. https://doi.org/10.25100/socolen.v28i1.9629.

Gómez, S. R. 2006. Plan de manejo propuesto para la cría de mariposas promisorias como alternativa productiva para comunidades indígenas de la Amazonia colombiana. Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa, 38: 451−460.

Hewes, G. W. 1952. Flicker-Quill Headbands in the Light of an Ancient Colorado Cave. American Antiquity, 18 (2): 147-154.

Kumar-Gupta, S., y Kumar- Dubey, R. 2021. Environmental factors and rearing techniques affecting the rearing of silkworm and cocoon production of Bombyx mori Linn. Acta Entomology and Zoology, 2(2): 62-67. http/doi: 10.33545/27080013.2021.v2.i2a.46

Lampe, R.E.J. 2010. Saturniidae of the World. Verlang. München. 368 p.

León-Verdugo, J. L., y Castañeda-de los Santos, G. 2022. Experiencias del Jardín Botánico Benjamin Francis Johnston en el manejo sustentable de Rothschildia cincta cincta. Ra Ximhai, 18 (1): 209-234. http/doi.org/10.35197/rx.18.01.2022.11.js.

Lizárraga-Arámburo, P. A. 1980. Nombres y piedras de Cinaloa. Petroglifos hechos a escala Item pinturas en cuevas que están por los montes. Tomo II. Gobierno del Estado de Sinaloa y Secretaría de Desarrollo Económico. Culiacán, Sinaloa, México. 300 p.

López-Luján, L., Aguirre-Molina, A., y Elizalde-Méndez, I. 2022. Vestidos para matar: animales ataviados en las ofrendas del recinto sagrado del Tenochtitlan. En: L. López-Luján, y E. Matos-Moctezuma (Coords.), Los animales y el recinto sagrado de Tenochtitlan. El Colegio Nacional. Ciudad de México. 183-225 pp.

Loewy, K. J., Lansburg, A. L., Grenis, K., Kjeldgaard, M. K., Mccarty, J., Montesano, L., Jernick, J., y Murphy, S. M. 2013. Life history traits and rearing techniques for fall webworms (Hyphantria cunea drury) in Colorado. Journal of the Lepidopterists' Society, 67(3): 196–205.

Márquez-Salazar, G. 2015. Mariposarios comunitarios para la conservación de palomilla cuatro espejos (Rothschildia cincta cincta). En: J. A. Ramírez-López, M. C. Ceballos Bernal y M. A. Alduenda Rincones (Coord.). Educación ambiental en Sinaloa: diagnósticos, estrategias y propuestas. Universidad Autónoma de Sinaloa y Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. México. 203-220 pp.

Márquez-Salazar, G., Arteaga-Herrera, M., Bon-Díaz, A., López-Sánchez, O., Márquez-Stone, J., Morales-García, B. E., y Salomón-Montijo, B. 2018. Tasa de parasitismo en pupas de *Rothschildia cincta cincta* en el bosque espinoso del centro de Sinaloa. Memorias del 6º Congreso Interinstitucional de Fomento a la Investigación Científica CIRFI.

Moreira, G. F., Moreira, C. C., Andaló, V., Moino-Junior, A., Cardoso-Freire, M. M., y Souza-Dias, E. 2010. Laboratory rearing technique and biology of Mycotretus

apicalis(Coleoptera: Erotylidae) on dried Pleurotus sajor-caju mushrooms. Revista Colombiana de Entomología 36 (2): 342-345. http://doi.org/10.25100/socolen.v36i2.9172.

New. T. R. 2023. The Other Lepidoptera: Moth Conservation in Australia. Spinger. Australia. ISBN 978-3-031-32102-3. https://doi.org/10.1007/978-3-031-32103-0. 227 p.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 2002. La conservación a través del desarrollo: la cría de mariposas. Unasylva, 53 (2): 1-4.

Peigler, R. S. 1994. Non-sericultural uses of moth cocoons in diverse cultures. Proceedings of the Denver Museum of Natural History, Series 3, Number 5: 1–20.

Piegler, R. S. y Maldonado, M. (2005). Uses of Cocoons of *Eupackardia calleta* and *Rothschildia cincta* (Lepidoptera: Saturniidae) by Yaqui Indians in Arizona and México. Nachrichten des Entomologischen Vereins Apollo, 26: 111-119.

Peña-Bermúdez, Y. A., y Rodríguez-Aguilar, D. 2015. Algunos aspectos sobre la cría controlada de *ascia monuste monuste* (Lepidoptera: Pieridae: Pierinae) en el Municipio de Arbeláez (Cundinamarca). Revista de Medicina Veterinaria y Zootecnia 62(3): 58-74. https://doi.org/10.15446/rfmvz.v62n3.54942.

Salas-Cuesta, M. E. y Hernández-Espinoza, P. O. 1994. Tlatilco, México: una aldea del preclásico, un ejemplo de adaptación al medio ambiente. Perfil biocultural. Anales de Antropología, 31: 63-87.

Sánchez-Bañuelos, R., Salomón-Montijo, B., y Márquez-Salazar, G., 2024. Boletines mensuales del 2010 al 2024. https://www.uas.edu.mx/servicios/clima/. Consultada 21.10.2025.

Sandoval, N. R. 2009. Ciclo Biológico de Rothschildia cincta (Lepidoptera: Saturniidae) en cautiverio. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Sinaloa.

Salomón-Montijo, B. y Márquez-Salazar G. 2015. Método de evaluación del riesgo de la palomilla cuatro espejos (Rothschildia cincta cincta) (Tepper, 1883) (Lepidoptera: Saturniidae) en México. Juyyaania 3 (1): 25-39.

Schultz, C. B., Dzurisin, J. D., y Russell, C. 2013. Captive rearing of Puget blue butterflies (Icaricia icarioides blackmorei) and implications for conservation. Journal of Insect Conservation, 13:309–315. DOI 10.1007/s10841-008-9174-1.

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2018. Proyecto de Modificación del Anexo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059 – SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestre-Categorías en riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-

Lista de especies en riesgo, publicada el 30 de diciembre de 210. Diario oficial de la Federación 13 de agosto del 2018.

Simonett, H. 2016. Yoreme cocoon leg rattles: An eco-organological perspective. TRANS-Revista Transcultural de Música 20 (consultadO: 01.10.2025)

Sukkar, D., Falla-Angel, J., y Laval-Gilly, P. 2025. Insect Decline in the Anthropocene: Historical Parallels and Emerging Monitoring Tools. Insects, 16, 841. https://doi.org/10.3390/insects16080841.

Tepper, F. 1883. Description of New Moths. Bulletin Brooklyn Entomological Society. V: 65-66.

Vásquez-Bardales, J., Zarate-Gómez, R., Pinedo-Jiménez, J., y Ramírez-Hernández, J. J. 2017. Manual para la crianza de diez especies de mariposas amazónicas. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana / Ministerio del Ambiente, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana y Ministerio de la Producción - Innóvate Perú. 81 p. ISBN: 978-9972-667-98-5

Vishwanath-Raghavendra, K., Bhoopathi, T., Gowthami, R., Chandrashekara Keerthi, M., Suresh Suroshe, S., Ramesh, K. B., Kadanakuppe Thammayya, S., Shivaramu, S., y Chander, S. 2022. Insects: biodiversity, threat status and conservation approaches. CURRENT SCIENCE, 122 (12): 1374-1384.

ANEXO 1. MARIPOSARIOS DE LA PALOMILLA CUATRO VENTANAS (*Rothschildia cincta cincta*) EN EL NOROESTE DE MÉXICO

1. Mariposario de Las Culebras, Guasave, Sinaloa (2008).



2. Mariposario de Los Capomos, El Fuerte, Sinaloa (2009).



3. Mariposario de La Facultad de Biología UAS (2010).



4. Mariposario de Jambiolabampo (Los Pollos), Huatabampo, Sonora (2010).



5. Mariposario de Aceitunitas (Sube y Baja), Benito Juárez, Sonora (2010).



6. Mariposario del Jardín Botánico Benjamín Francis Johnston (2013).



7. Mariposario de Camayeca, Ahome, Sinaloa (2013).



8. Mariposario del Nuevo San Miguel, Ahome, Sinaloa (2013).



9. Mariposario de El Refugio, Ahome, Sinaloa (2013).



10. Mariposario de Los Capomos II, El Fuerte, Sinaloa (2013)



11. Mariposario de El Júpare, Huatabampo, Sonora (2013)



12. Mariposario Yo' o Joara, Cajeme, Sonora (2016)



13. Mariposario del Jardín Etnobiológico RENATURA Bahía de Kino, Hermosillo, Sonora (2022)



14. Mariposario en El Majoy, Chínipas, Chihuahua (2023)





15. Mariposario En Baymena, Choix, Sinaloa (2024)



16. Mariposario FUCUMA en La Esperanza, Angostura, Sinaloa (2024)



Importancia biocultural en la conservación y reproducción *Rothschildia cincta* dentro de mariposarios comunitarios en la Sierra Tarahumara.

Adolfo de Jesús Rebolledo-Morales[1], Jesús Adán Adriano Sandoval[2], Mayra Arizbeth Morales Frías[2], Tania Blanco Mendoza[2], Graciela Rojas Carrillo[2].

[1]Investigador afiliado a *People and Plants International*, investigador posdoctorante del Instituto de Investigaciones en Educación de la Universidad Veracruzana.

[2]Voces para la preservación biocultural AC (VOPREBIO AC).

Resumen

El presente escrito tiene como objetivo visibilizar la relevancia del enfoque biocultural en los procesos de conservación y reproducción de la mariposa cuatro espejos (*Rothschildia cincta*) en comunidades indígenas de la Sierra Tarahumara. Bajo esta perspectiva, se integran los elementos bioculturales vinculados a la conservación, recolección, elaboración y uso ceremonial de las sonajas conocidas en la región como *chayeguares* o *tenábaris*. La metodología empleada se basó en la observación participante y en un enfoque de desarrollo comunitario, lo que permitió diseñar estrategias para la creación de mariposarios comunitarios. Esta acción responde a la sobreexplotación que se refleja en su clasificación como especie amenazada según la NOM-059-SEMARNAT-2010. Los resultados del trabajo de campo, desarrollado entre 2017 y 2025, evidencian una disminución significativa en la disponibilidad de capullos silvestres. En este sentido, la implementación de mariposarios comunitarios se presenta como una estrategia eficaz de conservación, reproducción y divulgación de la importancia de la mariposa cuatro espejos, que no solamente contribuye a la recuperación de la especie, sino que fortalece la continuidad de las prácticas bioculturales para los pueblos rarámuri y warijö, que con sus ceremonias tradicionales tratan de sostener el mundo actual.

Palabras clave: Mariposa cuatro espejos, pascola, chayehuares, capullos.

Introducción

En México en las últimas décadas se ha gestado un nuevo paradigma denominado biocultural, el cual impulsa la idea de integrar el estudio de la conservación de la biodiversidad con el estudio de la conservación de las culturas (Toledo, 2013). Tomando como base las relaciones que han establecido los diferentes grupos humanos a través de la historia con su medio ambiente lo cual nos indica que existe una conexión fuerte entre los diferentes componentes de la naturaleza y los diferentes grupos sociales (Alves y Albuquerque, 2012).

Basándose en la memoria biocultural, la cual se encuentra resguardada dentro de las comunidades indígenas y que ha formado parte primordial de los estudios sobre las prácticas ancestrales que se encuentran ligadas con el manejo sustentable de los ecosistemas (Toledo y Barrera-Bassols, 2008). Desde este punto de vista la sustentabilidad se ha abordado desde diferentes campos que involucran la diversidad biológica, cultural y lingüística, dando como resultado el termino de conservación biocultural (Maffi, 2018).

Tal es el caso de los pueblos indígenas del Noroeste de México que habitan dentro de la Sierra Tarahumara que con las prácticas de sus ceremonias y danzas tradicionales mantienen viva su relación con su territorio y el medio ambiente que los rodea (Garrido, 2014). En donde la utilización de los capullos de la mariposa cuatro espejos (*Rothschildia cincta*), forman parte de la confección de las sonajas conocidas como *chayehuares* o *tenábaris*, las cuales juegan un papel fundamental dentro de la danza y música tradicional de la ceremonia del omáwari (fiesta del maíz) en la Sierra Tarahumara (Rebolledo-Morales y Jiménez-Moreno, 2025).

En la actualidad la sobre explotación de los capullos de la mariposa cuatro espejos (*Rothschildia cincta*) en el Noroeste de México ha impactado negativamente a las poblaciones de esta especie, integrándola en el estatus de amenazada dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, por lo que es necesario establecer estrategias de manejo sustentable y conservación de la especie principalmente dentro de las zonas de su distribución. Por tal motivo la presente investigación aborda la importancia de crear mariposarios comunitarios para la conservación, reproducción y divulgación de la importancia biocultural de la mariposa cuatro espejos en comunidades indígenas de la Sierra Tarahumara. Basándonos en los principios de conservación biocultural en donde los pobladores indígenas de las comunidades sean los actores principales para el resguardo de los saberes tradicionales en la recolección y confección de las sonajas (*chayehuares o tenábaris*), que dan vida y ritmo a las danzas de la pascola.

Metodología

La metodología aplicada dentro del presente estudio se fundamenta desde un enfoque cualitativo, adoptando las herramientas de la investigación acción participativa. La cual nos ayuda a fundamentar la creación de procesos comunitarios de conservación, buscando alternativas para la resolución de problemas ambientales a través de la colaboración y cocreación horizontal en conjunto con los pobladores locales, y promoviendo en todo momento el diálogo de saberes que nos permite construir un bienestar colectivo y un desarrollo comunitario basado en las necesidades de la gente local a través de acciones puntuales (Requena-Bolívar, 2018). Por otro lado, la utilización de la observación participante de acuerdo a Francisca Fernández Droguett (2009), nos brinda la facilidad

de documentar el contexto social, así como las prácticas, significados y formas de vida a través de una participación activa e interacciones que existen entre las comunidades. Que para el caso de la Sierra Tarahumara las comunidades rarámuri y warijö nos ayudan a entender el papel que juegan en la conservación, reproducción y divulgación de la importancia biocultural que tiene la mariposa cuatro espejos (*Rothschildia cincta*), a través de la implementación de los mariposarios comunitarios que permitan establecer un modelo de gestión y conservación biocultural sustentable para la utilización y comercialización de los capullos de la mariposa cuatro espejos para la elaboración de sonajas (*chayehuares* o *tenábaris*), en la región.

Zona de estudio

El trabajo de investigación se desarrolla en la región conocida como la Sierra Tarahumara, ubicada en el estado de Chihuahua, al noroeste de México. En particular, el estudio se enfoca en la zona denominada Baja Tarahumara, también conocida como la Antigua Tarahumara, que comprende históricamente las misiones jesuíticas establecidas a lo largo del río Conchos durante el periodo colonial, esta área incluye los municipios de Urique y Chínipas de Almada, territorios caracterizados por su diversidad geográfica, cultural y étnica. En estas comunidades habitan principalmente integrantes de los pueblos originarios rarámuri y warijö, quienes conservan tradiciones, lenguas y modos de vida ancestrales, en esta zona se han registrado ejemplares de la mariposa cuatro espejos por tal motivo se eligieron comunidades de estos dos municipios, para poder instaurar los mariposarios comunitarios respondiendo a la necesidad de profundizar en el conocimiento biocultural, territorial y simbólica que envuelve a la mariposa cuatro espejos dentro de las ceremonias tradicionales.

Esta región es comúnmente conocida como las barrancas o el barranco, forma parte de la zona conocida comúnmente como las Barrancas del Cobre, una vasta área natural que abarca una superficie aproximada de 126,653 hectáreas, geográficamente, se localiza entre las coordenadas 27°14'42" de latitud norte (máxima) y 26°42'44" de latitud norte (mínima), así como entre los 108°02'01" de longitud oeste (máxima) y 107°32'56" de longitud oeste (mínima), el clima predominante en la región varía entre semiseco muy cálido y cálido, clasificado de acuerdo con el sistema de Köppen como tipo A(c) (Lebgue et al., 2005).

Esta diversidad climática se refleja en los distintos tipos de vegetación que se distribuyen de acuerdo con la altitud: en las zonas más altas, que alcanzan hasta los 2,400 metros sobre el nivel del mar (msnm), predominan los bosques de pino-encino; mientras que, en las zonas más bajas, cercanas a los 200 msnm, se encuentra el bosque tropical caducifolio, en cuanto a las temperaturas, las regiones altas registran mínimas que oscilan entre los 12 °C y -5 °C, mientras que en las partes bajas las

temperaturas durante la temporada seca varían entre los 17 °C y 39 °C, físicamente, esta zona se ubica en el suroeste del estado de Chihuahua, en una región que colinda con los estados de Sinaloa y Sonora, conformando una de las áreas más biodiversas y geográficamente complejas del norte de México (Lebgue et al., 2005) (véase Figura 1).

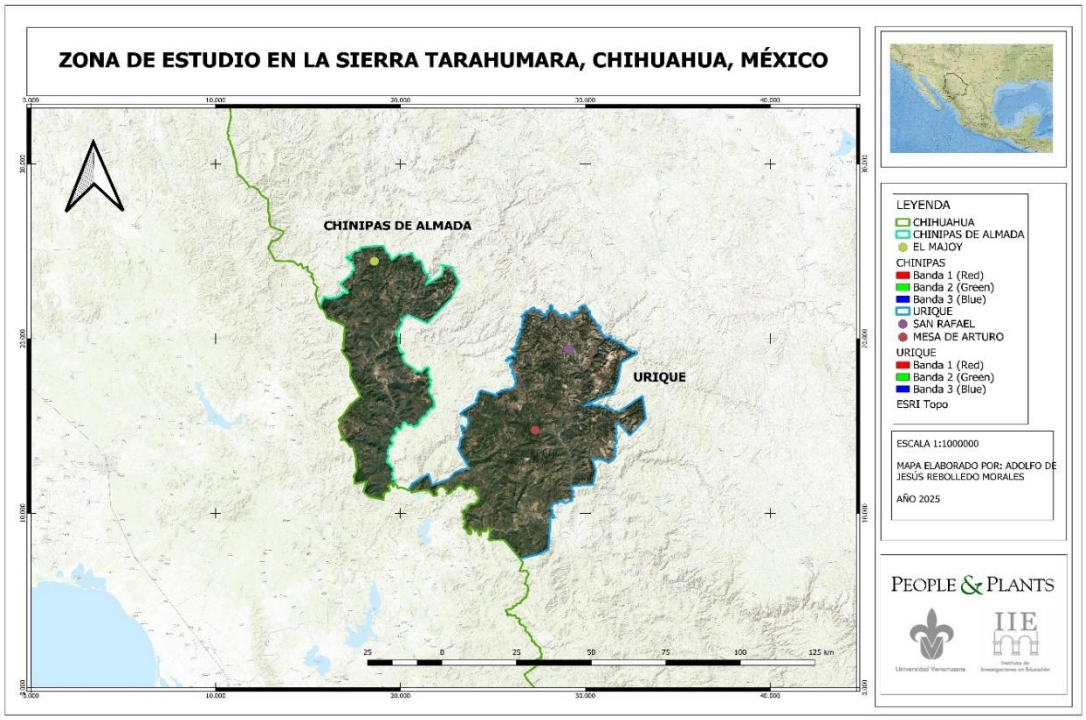


Figura 1. Mapa de la zona de estudio que identifica los municipios de Chínipas de Almada y Urique pertenecientes al Estado de Chihuahua.

Resultados

Con base a los estudios realizados en la región que comprenden el período de 2017 a 2025 hemos encontrado una disminución significativa en las poblaciones silvestres de la mariposa cuatro espejos (*Rothschildia cincta*), dentro de cuatro municipios que componen la región del barranco de la Sierra Tarahumara (Batopilas, Urique, Temoris y Chínipas de Almada) (Rebolledo-Morales y Jiménez-Moreno, 2023). De acuerdo con dichos resultados nos propusimos a establecer estrategias de conservación, reproducción y divulgación de la mariposa cuatro espejos con comunidades indígenas de la región, como una alternativa de manejo de los capullos para la elaboración de las sonajas que son comercializadas en la región ya sea como artesanías o como indumentaria para los danzantes de la pascola.

Una de las primeras acciones implementadas para el establecimiento de los mariposarios comunitarios consistió en la realización de talleres de divulgación científica y cultural en instituciones de educación media superior y secundaria, tanto en comunidades de la región como en la ciudad de Chihuahua. El objetivo principal de dichas actividades fue promover el conocimiento y la valoración de la importancia biocultural que esta especie representa para los pueblos originarios del noroeste de México, destacando su papel en las prácticas rituales, los sistemas simbólicos y la transmisión del conocimiento tradicional.

Durante el desarrollo de los talleres se identificó que una proporción significativa de los jóvenes participantes, aun aquellos provenientes de comunidades indígenas o con vínculos familiares en ellas, desconocen el origen biológico de las sonajas utilizadas por los danzantes de la pascola, conocidas como *chayehuares* o *tenábaris*. Resultó particularmente revelador constatar que la mayoría de los asistentes ignoraba que estos objetos rituales provienen de un ser vivo, específicamente del capullo de una mariposa. Esta observación pone de manifiesto un proceso de desvinculación entre el conocimiento biológico y el saber tradicional, evidenciando la necesidad de fortalecer estrategias educativas y de comunicación intercultural orientadas a la revalorización del patrimonio biocultural y a la preservación de los saberes ancestrales asociados a la biodiversidad regional. (Véase en la Figura 2).



Figura 2. Talleres de divulgación de la importancia biocultural de la mariposa cuatro espejos en escuelas de la Sierra Tarahumara.

En este contexto, resulta indispensable promover la revitalización del conocimiento tradicional asociado al manejo de este recurso forestal no maderable, cuyo resguardo actualmente se concentra en un número reducido de personas adultas de las comunidades locales. Estas personas, en su mayoría recolectores de capullos silvestres y artesanos dedicados a la manufactura de sonajas, desempeñan un papel fundamental en la preservación de los saberes y técnicas vinculadas al aprovechamiento sostenible de la mariposa conocida como cuatro espejos. Sin embargo, su actividad se ve limitada por la falta de relevo generacional y por la comercialización indirecta de sus productos, que suelen ser adquiridos por revendedores con puntos de venta o tiendas de artesanías en las zonas turísticas de la Sierra Tarahumara. Esta situación evidencia un proceso de desplazamiento cultural y económico que amenaza la continuidad del conocimiento tradicional, así como la autonomía de las comunidades que lo han mantenido vivo.

Al término de los talleres impartidos en los centros educativos de la región, tanto docentes como estudiantes manifestaron un alto grado de interés y sorpresa al conocer la relevancia simbólica, ecológica y cultural que la mariposa cuatro espejos posee dentro de los pueblos originarios del noroeste de México. Este proceso de sensibilización generó un impacto positivo, reflejado en la iniciativa de diversas instituciones educativas por incorporar el tema en sus actividades formativas. De las cuatro escuelas visitadas hasta el momento, todas han expresado su disposición para participar en la implementación de un proyecto educativo que contemple la instalación de mariposarios escolares como espacios de aprendizaje, conservación y transmisión del conocimiento biocultural.

Actualmente, dichas propuestas se encuentran en una fase inicial de gestión, que requiere el establecimiento de acuerdos formales entre los centros educativos y la asociación civil VOPREBIO. Esta última, a través del financiamiento otorgado por la organización internacional People and Plants International, cuenta con los recursos económicos necesarios para el desarrollo de los mariposarios. La implementación de estos espacios se realizará bajo la supervisión de los directivos y docentes de las instituciones participantes, con el propósito de asegurar un manejo adecuado de las especies y garantizar la sostenibilidad del proyecto a largo plazo. Asimismo, se busca que los mariposarios funcionen como plataformas educativas interdisciplinarias, que integren la enseñanza de la biología, la ecología y la cultura local, fomentando así el respeto por la biodiversidad y el fortalecimiento del patrimonio biocultural de la Sierra Tarahumara.

Uno de los mariposarios que actualmente se encuentra en funcionamiento es el de la comunidad de El Majoy, el cual ha sido identificado como un caso ejemplar en la región en términos de reproducción y conservación de la mariposa cuatro espejos. Este mariposario ha demostrado resultados consistentes desde el año 2022, cuando inició formalmente el monitoreo de las

poblaciones, destacándose por la estabilidad en el número de individuos adultos que emergen de los capullos recolectados en su entorno natural e incubados bajo condiciones controladas dentro de sus instalaciones.

Durante este periodo, el mariposario no solo ha logrado mantener una población constante de mariposas adultas, sino que también ha comenzado a contribuir activamente a la repoblación de áreas cercanas. En el año 2025, se registró la obtención de 67 larvas que completaron sus primeras fases de desarrollo en cautiverio. Una vez alcanzada la etapa adulta, 20 de estas mariposas fueron liberadas en zonas naturales próximas, con el objetivo de promover el fortalecimiento de las poblaciones silvestres y favorecer el ciclo natural de reproducción en su hábitat original. Este tipo de prácticas representa una estrategia efectiva de conservación in situ y ex situ, ya que combina el resguardo de ejemplares en ambientes semi-controlados con su eventual reintegración al ecosistema. Asimismo, el mariposario de El Majoy se posiciona como un modelo replicable para otras comunidades interesadas en el desarrollo de iniciativas de conservación biológica vinculadas a especies nativas de lepidópteros, integrando el conocimiento local con metodologías científicas de monitoreo, manejo y liberación controlada (véase Figura 3).



Figura 3. Mariposario de la comunidad de El Majoy.

Actualmente, se encuentra en fase de acondicionamiento un mariposario comunitario en la localidad de San Rafael, perteneciente al municipio de Urique, Chihuahua. Este proyecto tiene como objetivo contribuir a la conservación y reproducción de la mariposa *Rothschildia cincta* conocida localmente como mariposa cuatro espejos, una especie de gran relevancia biocultural para los pueblos originarios de la Sierra Tarahumara. La infraestructura del mariposario contempla una dimensión de 3 metros de ancho, 9 metros de largo y 4 metros de altura, y se construye a partir de estructuras disponibles en la comunidad. Hasta el momento, no se ha registrado la recolección de capullos silvestres en la zona, lo que ha motivado la solicitud de orugas al mariposario de la Universidad Autónoma de Sinaloa, una institución que forma parte de la Red de Mariposarios del Noroeste de México. Esta colaboración interinstitucional busca poner en marcha el proceso de reproducción en condiciones controladas. La iniciativa cobra especial importancia al considerar el vínculo profundo entre las comunidades indígenas y la mariposa cuatro espejos. En la cosmovisión de los pueblos originarios de la Sierra Tarahumara, los capullos de esta especie son transformados artesanalmente en sonajas utilizadas por los danzantes de la pascola en diversas festividades tradicionales. Entre ellas destacan la Semana Santa, las celebraciones en honor a los santos patronos, el Día de la Virgen de Guadalupe y la Fiesta del Maíz.

En particular, durante el omáwari, una de las celebraciones más significativas para los pueblos indígenas de Chihuahua, se congregan distintas comunidades para agradecer al creador, el "Owirúame", por las cosechas obtenidas y para pedir por la llegada de lluvias que aseguren la fertilidad de la tierra y la productividad agrícola. Este evento no solamente refuerza la identidad colectiva y la espiritualidad del pueblo, sino que también constituye una expresión tangible de su relación con el entorno natural.

En este sentido, el establecimiento de mariposarios comunitarios como el de San Rafael no solo representa una estrategia de conservación de especies nativas, sino que también fortalece el tejido sociocultural de las comunidades indígenas. Estas acciones evidencian una forma de manejo tradicional del territorio basada en el conocimiento ecológico local y en prácticas sustentables que buscan preservar tanto la biodiversidad como el patrimonio cultural intangible asociado (véase Figura 4).



Figura 4. Fiestas tradicionales y danzas de la pascola en las que se utilizan las sonajas conocidas como *chayehuares* o *tenábaris*.

Conclusiones

El proyecto biocultural de conservación de la mariposa cuatro espejos (*Rothschildia cincta*) a través de la creación de mariposarios comunitarios en la Sierra Tarahumara, constituye un proceso significativo de experiencias con comunidades indígenas que articula la protección de la biodiversidad con la valorización del conocimiento ecológico tradicional. Este enfoque integrador no solo ha permitido conservar una especie de gran importancia biocultural, sino que también ha fortalecido las capacidades locales para el manejo sustentable de los recursos naturales. A través de la implementación de mariposarios gestionados por las propias comunidades, se fomenta un modelo de conservación participativa que promueve el respeto a las prácticas ancestrales, la educación ambiental y la generación de alternativas económicas sostenibles. Así mismo el proyecto evidencia que la conservación efectiva requiere una visión holística que considere las dimensiones biológicas, sociales y culturales del territorio, reconociendo a las comunidades originarias como actores clave en la protección de su entorno. En este sentido, el caso de la mariposa cuatro espejos se consolida como un ejemplo relevante de cómo los proyectos bioculturales pueden contribuir tanto a la resiliencia ecológica como al fortalecimiento del tejido sociocultural local, en un contexto de creciente amenaza a la diversidad biológica y cultural.

Referencias

Alves R. y U. Albuquerque. 2012. "Ethnobiology and conservation: Why do we need a new journal?" Ethnobiol Conserv 1, 1-3.

Fernández, D. F. 2009. Discusiones de metodología, la observación en la investigación social: la observación participante como construcción analítica. Temas sociológicos (13), 49-66.

Garrido, L. J.P. 2014. Semiótica y cultura La semiosis del rito dancístico pascol en la cosmovisión de los rarámuride la baja tarahumara. *Cuadernos de Filosofía Latinoamericana*. 35, 11. 229-252. ISSN 0120-8462

Lebgue, T., M, Sosa y R. Soto. 2005. La flora de las Barrancas del Cobre, Chihuahua, México. Ecología Aplicada 4 (1, 2): 17-23

Maffi, L. 2018. Sustaining Biocultural Diversity. En: K. L. Rehg y L. Cambell (Eds.). *The Oxford Handbook of Endangered Languages*. Oxford University Press.

Rebolledo-Morales. A. y Jiménez-Moreno, J. 2025. *Sembrando esperanza, estrategia biocultural de conservación de semillas de maíz*. People and Plants International. p.41.

Requena-Bolívar, Y. C. 2018. Investigación Acción Participativa y Educación Ambiental. *Revista Scientific*, 3(7), 289–308. https://doi.org/10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2018.3.7.15.289-308

Toledo, V. y N, Barrera-Bassols. 2008. La memoria biocultural: La importancia ecológica de las sabidurías tradicionales. Icaria editorial, Barcelona, España.

Toledo, V. M. 2013. El paradigma biocultural: crisis ecológica, modernidad y culturas tradicionales. Sociedad y Ambiente, 50-60.

Los parasitoides y su impacto en la disminución de poblaciones silvestres de *Rothschildia cincta cincta* en las costas del norte de Sinaloa

Juan Esteban Mance García[1], Gustavo Castañeda de los Santos[1]

[1]Jardín Botánico Benjamin Francis Johnston

educacion.ambiental@jbbfj.org

Resumen

Los parasitoides son insectos que se desarrollan en el cuerpo de otro organismo, al introducirse en la víctima, se alimentan de ella hasta lograr su estado adulto ocasionando la muerte del huésped. El objetivo fue implementar monitoreos en el matorral xerofito para documentar la presencia de *Rothschildia cincta cincta* en sus diferentes fases de desarrollo durante los años 2023 y 2024 en 5 localidades costeras del norte de Sinaloa (Angostura, Guasave y Ahome). La metodología para estimar la abundancia de estos organismos se basó en la observación y registro de capullos en una parcela de 100m de longitud x 10m de ancho implementando 4 repeticiones por localidad, en ella se documentaron todos los capullos observados y se categorizaron de acuerdo con las condiciones que presentaron: nuevo/cargado, nuevo/vacío, nuevo/depredado, nuevo/parasitado, viejo/deteriorado, viejo/parasitado, viejo/completo, viejo/depredado. Del total de capullos registrados, el 8.5% presentó parasitismo. Asimismo, se decretó abrir los capullos perforados para determinar el organismo y el efecto que ocasiona a la pupa. De las muestras abiertas, se encontraron insectos parasitoides del orden Hymenoptera, pertenecientes a las familias Ichneumonidae y rastros de Chalcididae. De acuerdo con los resultados presentados, la disminución de las poblaciones de *R. cincta cincta* se atribuye a diversos factores, tanto antrópicos como naturales. Asimismo, las relaciones interespecíficas juegan un papel crucial para lograr un equilibrio en los ecosistemas, sin embargo, cuando estos superan el nivel de umbral, tienden a reducir significativamente a la especie y con ello la incapacidad de mantenerse, aunado a otras complicaciones como la reducción de su hábitat o la colecta masiva, repercutiendo en su inclusión en la NOM-059-SEMARNAT-2010. La presente investigación permitió conocer algunos factores que afectan las poblaciones de *R. cincta cincta* y con ello potenciar las acciones para su conservación en cautiverio.

Palabras clave: Parasitoides, capullos, supervivencia

Introducción

Rothschildia cincta cincta (*R. cincta cincta*) es una mariposa nocturna (polilla) perteneciente a la familia Saturniidae, se caracterizan por ser ejemplares de tamaño mediano a grande (Sandoval, 2009), cuerpo cubierto de vellosidades, cabeza pequeña retraída hacia el tórax, piezas bucales reducidas o ausentes, probóscide rudimentaria o falta por completo y antenas bipectinadas formando verdaderas formas de plumas. Esta especie se encuentra asociada a zonas costeras con suelos arenosos donde se desarrollan los bosques espinosos y matorrales costeros (Márquez et al., 2010). *R. cincta cincta* es un insecto ligado a las costumbres y tradiciones nativas del noroeste de México y Suroeste de Estados Unidos de Norteamérica en donde los capullos o sacos de seda son utilizados dentro de las danzas tradicionales de los Tohono O´odham, Pima, Tarahumaras, Yaqui, Seris y Mayo de Sonora y Sinaloa (Salomón y Márquez, 2015). Su ciclo de vida inicia a partir de la ovoposición de los huevecillos, los cuales son de color blanco cremoso con un tamaño de 1.4 mm, de forma ovalada y dura, los cuales se adhieren a las superficies mediante una goma secretada por las hembras (Montellano, 2013). Posteriormente de 6 a 7 días se origina la eclosión de las orugas que se alimentan de sus plantas hospederas, en su mayoría pertenecientes a la familia Euphorbiaceae, entre las cuales se destacan: *Jatropha cardiophylla*, *Jatropha cordata* y *Jatropha cinerea*, siendo esta última quien cuenta con mayor número de registros tróficos de la especie (Márquez et al., 2010).

Durante la etapa de larva se encuentra en mayor vulnerabilidad, ya que son atacadas por depredadores como ratones, aves, iguanas, e insectos como hormigas y avispas. Este último factor biológico incide en el comportamiento de la mariposa puesto que permite el desarrollo de insectos oportunistas o parasitoides en su interior. Esta condición se presenta debido al crecimiento larval que se lleva a cabo en el cuerpo de otro insecto, conllevando a la muerte del huésped, se caracterizan por formar adaptaciones típicas en su forma de vida. Estos insectos entomófagos entran al cuerpo de la víctima y viven dentro de ella, donde se alimentan de los tejidos no vitales, hasta que está completamente desarrollado. Para ese tiempo o poco después, el hospedero muere y el parásito completa su transformación en adulto, ya sea dentro o fuera del cuerpo muerto del hospedero. Los parasitoides, en su mayoría, pertenecen al Orden Hymenoptera y Diptera (Gallegos, 2016). Entre las familias de parasitoides documentadas para *R. cincta cincta* se encuentran Chalcididae e Ichneumonidae pertenecientes a los géneros *Conura* y *Enicospilus* (Mance 2017).

Juestificación

Existen diversos factores (bióticos y abióticos) que inciden en la reducción de poblaciones de *R. cincta cincta*. La depredación y el parasitismo, así como las condiciones ambientales y antrópicas tales como el cambio del uso del suelo para ganadería y acuicultura son algunos de ellos, estos últimos de mayor frecuencia en la zona de distribución de la mariposa, que tienen como consecuencia la reducción del hábitat y la pérdida de otras especies silvestres. Por otro lado, la colecta intensiva de capullos de *Rothschildia cincta cincta* para la venta y elaboración de los "ténabaris" instrumentos elaborados del capullo de la mariposa, tejidos en pares, con pequeñas piedrecillas de rio o de hormiguero que le brindan un sonido particular, utilizados en las pantorrillas de los danzantes de Pascola y Venado como sonajeros y en los últimos años debido a la alta demanda del turismo, quienes los han adoptado como recuerdos o souvenir, lo cual incrementa su demanda. No obstante, al no existir una buena práctica sobre la colecta del capullo muchos recolectores que venden el producto a las comunidades indígenas saquean los sacos de seda aun cuando la pupa se encuentra en el interior, perjudicando e interrumpiendo los ciclos de regeneración que tiene por consecuencia la desaparición de este insecto a nivel local. Es por ello que la presente investigación lleva como propósito identificar aquellos factores que inciden directamente en el comportamiento y perdida de la mariposa cuatro espejos identificando, enemigos naturales y evaluando los factores que repercuten en el daño a la especie.

Objetivos

Implementar monitoreos en el matorral xerofito para documentar el estado de *Rothschildia cincta cincta* en sus diferentes fases de desarrollo durante los años 2023 y 2024 en 5 localidades costeras del norte de Sinaloa (Angostura, Guasave y Ahome).

Objetivos específicos

- Determinar posibles factores que inciden en la reducción de las poblaciones de *R. cincta cincta*
- Determinar el efecto que ocasiona el parasitismo en las poblaciones silvestre de *R. cincta cincta*
- Proponer alternativas de manejo sostenible y disminuir el riesgo de desaparición

Material y métodos

El estudio se llevó a cabo en la franja del matorral costero del estado de Sinaloa, los sitios de muestreo se distribuyen desde el municipio de Angostura hasta Ahome, los puntos de muestra fueron marcados a partir del año 2023-2024 en donde se tomaron en cuenta aspectos de recolección, venta de capullos y estudios sobre los hábitos y distribución de la especie. Los muestreos se realizaron durante los meses de agosto y septiembre para comparar las muestras poblacionales y documentar criterios sobre el ciclo de vida durante la temporada de reproducción de la especie. Las comunidades inspeccionadas fueron: Isla de Saliaca en Angostura (25° 10.0798 N, 108° 18.2656 W), Playa bella vista (25° 13.4177 N, 108° 23.4564 W), Isla de san Ignacio (25° 26.1688 N, 108° 56.8870 W) en Guasave, Lázaro cárdenas (25° 35.2891 N, 108° 54.5143 W) y finalmente el colorado (25° 38.9521 N, 109° 17.6320 W) en el municipio de Ahome, Los sitios de muestreo colindan hacia el norte con el estado de Sonora, al oeste con Baja California, al este con Chihuahua y al sur con Nayarit.

La metodología se vincula con los trabajos previos del profesor Gilberto Márquez Salazar, en los cuales se utilizaron diferentes criterios para el estudio de las poblaciones silvestres y la determinación de su vulnerabilidad a través del método de evaluación de riesgo en el año 2012. Aunado a ello se tomó como referencia la metodología de Pollard y Yates en la que los transectos también conocidos como paseos Pollard (Pollard's walks) son el principal método de muestreo de los Programas de Seguimiento de Mariposas, (Butterfly Monitoring Scheme), permiten fijar transectos en donde las mariposas se registran a través de un seguimiento anual y continuo que permite rastrear los cambios de poblaciones a escala local, nivel región y país. Al establecer un transecto, la ruta debe seleccionarse cuidadosamente para permitir comparaciones fiables de abundancias, generalmente tienen 1 km de largo dividiéndose en secciones que corresponden a diferentes áreas de hábitat o componentes de un sitio. El transecto se camina durante la temporada de vuelo de las especies en estudio contando los individuos vistos dentro de un espacio de 5 m de ancho, 5 m de alto y 5 m por delante del observador. Para *R. cincta cincta* se plantean las técnicas del transecto serpenteado de bandas, en donde los puntos de muestreo se determinan de forma aleatoria tomando en cuenta el comportamiento de la especie y los estratos de vegetación del sitio. Este método supone que todos los individuos dentro de la franja o banda pueden verse mediante una línea que divide el ancho de la banda. Sólo se registrarán los individuos que son observados dentro de los límites, excluyendo aquellos que se observen fuera de la banda. Considerando que la especie en estudio es de hábitos nocturnos se toma en cuenta el número de capullos como indicador de presencia o ausencia, así mismo se considera el registro de otras etapas presentes (huevos, larvas, adultos) que evidencien datos en vida silvestre.

Al considerar todos los requerimientos para el establecimiento de cada sitio, se procedió con el registró de coordenadas mediante GPS GARMIN 700, asimismo se marcó la dimensión del transecto de muestreo, 10 m ancho x 100m largo (1000m^2), repitiendo el método 4 veces por localidad, considerando una distancia entre sitios de mínimo 1km^2, siempre y cuando la distribución de *Jatropha* lo permitiera. La técnica consistió en utilizar una cuerda como punto de partida a lo largo del transecto para crear una parcela de 10 m de ancho (5 m de lado izquierdo y 5 m de lado derecho) y 100 m de largo con una subparcela de 10 x 25 m, en donde los primeros 25 metros del transecto se consideró el registro de la vegetación presente en cada sitio como una muestra representativa, mientras que la línea de 100 m solo se consideró el registro de plantas hospederas presentes, se llevó el registro sobre la descripción del sitio: fecha, coordenadas, altitud, topografía, capullos y avistamiento de otras etapas. Posteriormente se procedió a inspeccionar la vegetación minuciosamente para localizar la presencia de capullos, así como el lugar de hospedaje y la condición de cada uno en las siguientes categorías: nuevo/cargado, nuevo/vacío, nuevo/depredado, nuevo/parasitado, viejo/deteriorado, viejo/parasitado, viejo/completo, viejo/depredado. Asimismo, se recolectaron algunas muestras que presentaban signos de parasitismo para determinar el organismo y el efecto que ocasiona a la pupa a fin de comprender las relaciones biológicas que pueden influir en el equilibrio de los organismos.

Resultados

El estudio permite evidenciar la presencia de *R. cincta cincta* en las localidades monitoreadas y en todos sus estadios huevo, larva, pupa e imago (Figura 2). Se registró un total de capullos (Figura 1), 1552 para los años 2023 y 2024 siendo Isla Sálica en Angostura con la mayor cantidad (n=1253), seguido Playa Bella Vista en Guasave (n=131), la Isla de San Ignacio en Guasave (n=85), posteriormente Lázaro Cárdenas en Ahome (n=46), y finalmente Isla el Colorado en Ahome (n=37). De los capullos registrados, se encontraron 152 cargados, es decir que aun contenían crisálidas latentes en su interior.

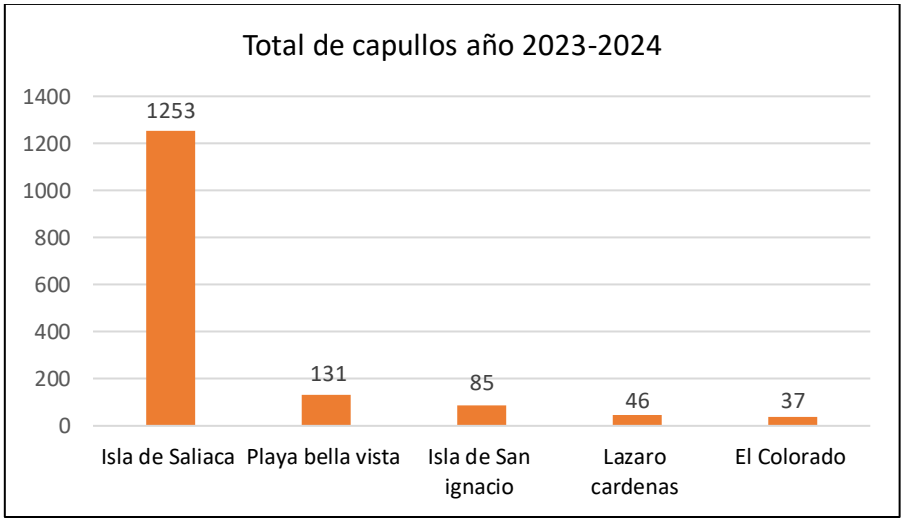


Figura 1. Capullos de *R. cincta cincta* registrados en el año 2023 y 2004

El mayor registro fue de capullos, aunque se observaron las demás fases en menores cantidades. Respecto a los huevos, la mayoría estaban vacíos, es decir ya habían eclosionado, seguido de adultos y para el caso de larvas se documentaron diversos estadios y los ejemplares sanos.



Figura 2. Ciclo completo de *R. cincta cincta* en la costa del norte de Sinaloa.

La mayoría de los capullos encontrados (Figura 3), correspondieron a temporadas anteriores, en algunos casos los vestigios estaban completos con signos de emersión, sin señales de depredación o parasitismo (990) mientras que en otros casos presentaban deterioro e incluso ya se iniciaba una integración al sustrato (N=117). Aunado a lo anterior también se identificaron 136 depredados (N= 3 nuevos, 133 viejos), con mordidas por roedores y 133 capullos con señales de parasitismo por Himenópteros (N=3 nuevos, 130 viejos).



Figura 3. Condiciones de capullos nuevos: a) cargado, b) vació o emergido, c) parasitado, y d) parasitado por hormigas

Los sitios de monitoreo se ven influenciados por distintos factores entre ellos se encuentran los **factores bióticos** como: la depredación por roedores que muerden y consumen las pupas de la mariposa durante su estadio más inactivo de desarrollo, así mismo no se descarta la depredación por reptiles como iguanas y aves, ya que en cautiverio se han registrado casos de estas conductas, dicho esto. En la imagen inferior (Figura 4), se aprecia las condiciones de capullos de años anteriores a los cuales se les categorizó como viejos.



Figura 4. Condiciones de capullos viejos: a) completo, b) parasitado, c) depredado y d) degradado.

Los capullos parasitados presentaron uno o más orificios circulares a los costados por lo cual se abrieron 20 ejemplares que sirvieron de muestra durante los monitoreos, en todos ellos se observó la presencia de galerías de barro al interior de las pupas de *R. cincta cincta* (Figura 5).

Además, se documentaron 2 ejemplares de avispas alfareras de la subfamilia Eumeninae, junto a 3 miembros de la familia Chrysididae que se caracterizan por parasitar larvas de otras avispas. En 3 de los capullos se observó la mutación de las pupas convertidas en una capsula sedosa producto del parasitismo de la familia Ichneumonidae. De los capullos encontrados en campo el 8.5% presenta síntomas de parasitismo en vida silvestre.



Figura 5. Capullos parasitados con galería de barro

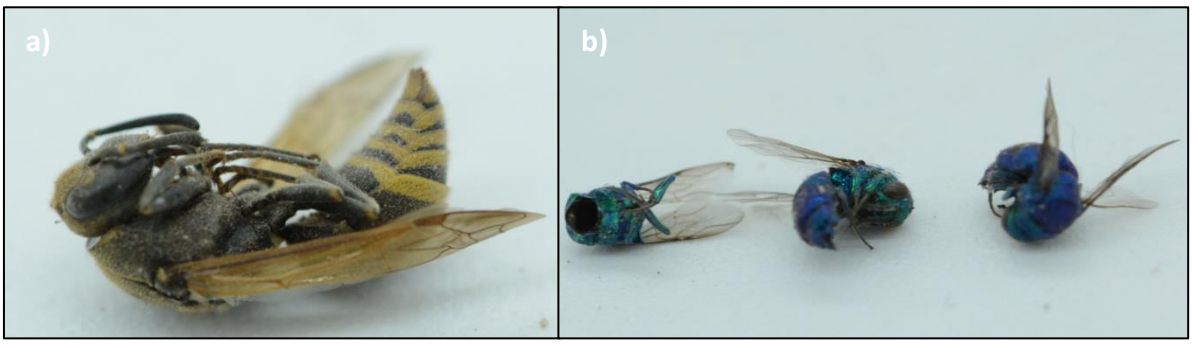


Figura 6. Parasitoides en estadío adulto: a) avispa alfarera. Familia Eumeninae, b) avispa de la familia Crysididae.

El gráfico muestra el comportamiento de las poblaciones de *R. cincta cincta* a través de los capullos observados en las diferentes localidades para 2023 y 2024 (Figura 7). El año 2024 muestra una reducción significativa, en donde la Isla de Saliaca cayó más del 50%, ese mismo comportamiento se presenta para la Playa de Bella vista con el 80% menos respecto al año anterior. Para ambos sitios son muy notorios los datos, los cual contrasta con las colectas masivas referidas por los guías locales, lo cual impide la regeneración de las poblaciones.

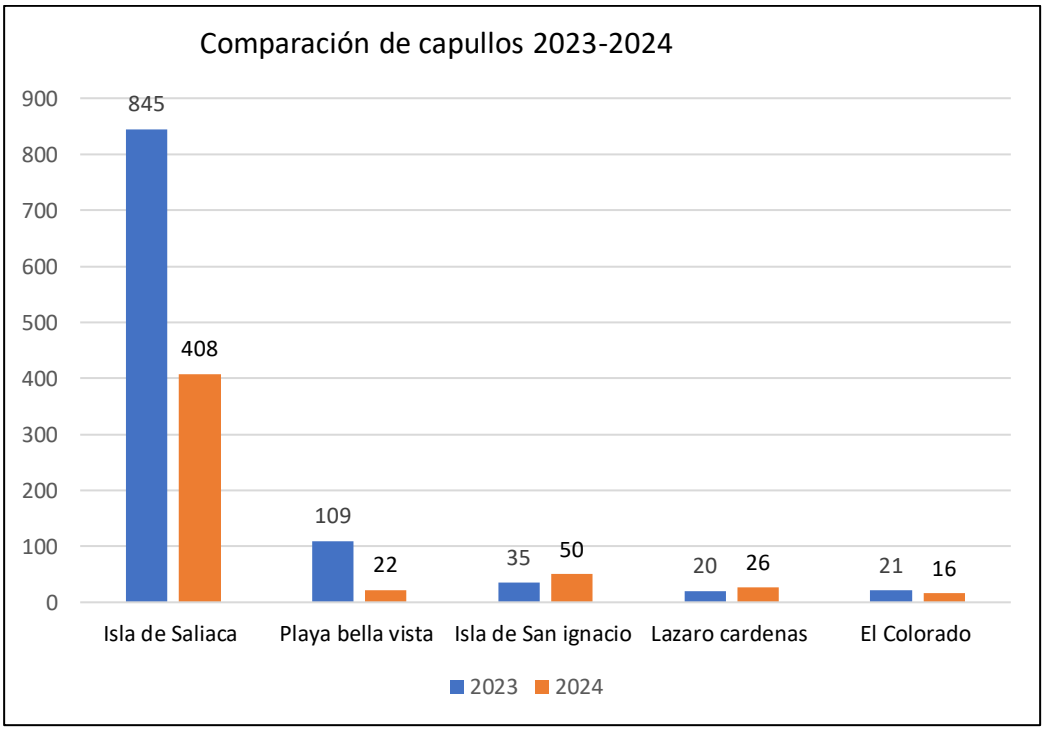


Figura 7. Comparación de capullos observados en los mismos sitios durante los años 2023 y 2024

A ello se atribuye la recolección masiva de capullos que provoca su desaparición en el hábitat natural y alrededor de las comunidades que hacen uso de esta materia prima para la venta y la elaboración de los ténabaris. Los números contrastan con comentarios realizados por algunos colectores, quienes reportan colectas masivas en Isla de Saliaca en Angostura y Playa Bella Vista en Guasave, en menor instancia se encuentra la isla de San Ignacio debido a la lejanía del sitio pero los colectores mencionan otros puntos de colecta cerca de la Bahía de Navachiste, por otra parte Lázaro Cárdenas también cuenta como sitio de colecta por algunos artesanos provenientes de la propia comunidad y comunidades aledañas al Cerro cabezón, finalmente el colorado a pesar de mostrar menor abundancia poblacional cuenta como antecedente en la perdida de la mariposa, puesto que los lugareños mencionan que décadas atrás fue sitio de colecta de capullos para la venta en lugares como San miguel Zapotitlán y Bacorehuis.

Conclusiones

Los resultados de la investigación evidencian la presencia de *R. cincta cincta* en todos los sitios de muestreo, además de registrar las diferentes etapas de desarrollo, huevo, larva, pupa e imago. Los sitios con mayor abundancia fueron las zonas de marisma como la Isla de Sálica en Angostura y Playa Bella Vista, y menores para Isla de San Ignacio en Guasave, aunque también hubo una reducción considerable para el segundo año.

La lejanía de los sitios con los asentamientos humanos, posibilitan la permanencia de la mariposa, ya que pueden cumplir satisfactoriamente su ciclo biológico a expensas de las mismas interacciones ecológicas.

Si bien existe evidencia de ganado en dichas islas, la afectación del hábitat es menor a sitios con presencia de granjas camaroneras que deforestan grandes hectáreas de vegetación, reduciendo considerablemente su ambiente. Cabe mencionar que los lugares como la Isla de San Ignacio en Guasave a pesar de estar lejos de asentamientos, posee baja abundancia, posiblemente a los saqueos masivos en años anteriores, similar que en el resto de los sitios como El Colorado en donde en su momento fueron sitios de colecta.

La mayoría de los capullos observados corresponden a años anteriores, esto se atribuye a que, durante la recolección, se seleccionan los más brillantes y de buen tamaño, excluyendo aquellos con mordeduras, de colores opacos, con orificios o deteriorados, ya que, a petición de los compradores, estos atribuyen a calidad los resistentes y con cierta dureza, lo cual influye en la adecuada emisión de sonidos.

Los capullos perforados o con signos de parasitismos presentan galerías de barro al interior, muestra del oportunismo en dicho hábitat como algunas avispas alfareras de la subfamilia Eumeninae, quienes aprovechan las “pupas secas” para elaborar nidos de barro, así como miembros de la familia Chrysididae parasitan larvas de estas avispas.

A la fecha, la recolección de capullos en el norte de Sinaloa no es sustentable puesto que los colectores recogen el recurso sin distinguir si aún cuenta con pupas en el interior, esta actividad se realiza durante los meses más fríos del año (noviembre, diciembre, enero,) justo cuando el bosque seco entra en periodo de hibernación y el follaje se vuelve menos denso, lo cual favorece a adentrarse en la vegetación y ubicar mejor los capullos. Sin embargo, para la mariposa que no emergió, es el momento más vulnerable ya que ha entrado en diapausa y al quedar expuesto el matorral, la cubierta de capullo es su único refugio, siendo así más visible para su colecta sin verificar previamente su condición.

Es necesario y fundamental establecer mesas de diálogo entre investigadores, artesanos y colectores, para discutir los factores que ponen en riesgo a las poblaciones de *R. cincta cincta*, adoptar mejores prácticas de colecta, es decir únicamente cuando los capullos estén vacíos y así darle oportunidad a la pupa de emerger y dar continuidad a la siguiente generación. Asimismo, es indispensable seguir potenciando las actividades de los mariposarios, ya sea para divulgar el ciclo biológico hacia todas las personas, así como ser fuente de capacitación de colectores y artesanos a medida de promover la no comercialización de los tenábaris como souvenir, ya que ponen en riesgo dicha especie.

Referencias

Gámez, D. E. (2014). "Reintroducción de *Rothschildia cincta cincta* (tepper, 1883) (lepidóptera: saturniidae) en el bosque espinoso de Navolato, Sinaloa". (Tesis de licenciatura). Universidad Autonoma de Sinaloa, Culiacán, Sinaloa, México

Mance, G. J. (2017). "Monitoreo poblacional de capullos de mariposa cuatro espejos (*Rothschildia cincta cincta*), en el matorral xerófilo del municipio de Ahome, Sinaloa." (Tesis de Licenciatura). Universidad autónoma indígena de México. El fuerte, Sinaloa.

Márquez, S. G., Salomón-Montijo, B., Sánchez, B. R., Estrada, V. X., Flores, V. L., Silvas, R.Y. y Valle, S. A. (2010) Distribución espacial de larvas de *Rothschildia cincta cincta* (Lepidoptera: Saturniidae), en el bosque espinoso de Sinaloa. Escuela de Biología de la Universidad Autónoma de Sinaloa.

Montellano, L. M. (2013). Caracterización del hábitat de *Rothschildia cincta cincta* (Tepper, 1883) (Lepidoptera: Saturniidae) en el Noroeste de México (Tesis de licenciatura). Universidad Autónoma de Sinaloa. Culiacán, Sinaloa.

Gallegos, R.L. (2016). "Analisis sobre el parasitoidismo en insectos y estudio de caso entre Blaesoxipha alcedo (Diptera: Sarcophagidae: Sarcophaginae) y Canthon cyanellus cyanellus LeConte (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae)". (Tesis de maestría). Universidad Veracruzana. Tuxpan, Veracruz, México

Salomón, M. B y Márquez, S. G. (2015). Método de evaluación del riesgo de la palomilla cuatro espejos (*Rothschildia cincta cincta*) (tepper, 1883) (91epidóptera: saturniidae) en México. Juyyaania, 3,1,25-39

Sandoval, N. R. (2009) Ciclo biológico de *Rothschildia cincta* (Lepidoptera: Saturniidae) en cautiverio (Tesis de licenciatura). Universidad Autónoma de Sinaloa. Culiacán, Sinaloa

Polinizadores y plantas nativas del desierto sonorense

Ortega-Rosas Carmen Isela[1] y Morales-Romero Daniel[2]

[1] Licenciatura en Ecología, Universidad Estatal de Sonora, carmen.ortega@ues.mx

[1] Ingeniería Ambiental, Universidad Estatal de Sonora, daniel.morales@ues.mx

Resumen

El desierto Sonorense es uno de los ecosistemas áridos con mayor diversidad biológica del continente americano, donde las interacciones entre polinizadores y plantas nativas son fundamentales para la persistencia y resiliencia ecológica de sus comunidades. Los polinizadores incluyen una gran variedad de abejas nativas, mariposas, colibríes, y murciélagos nectarívoros, todos ellos esenciales en la polinización tanto de plantas como de cactáceas. En el desierto Sonorense, los polinizadores son cruciales para el aseguramiento de la reproducción de plantas, mantenimiento de la diversidad genética y sostenimiento de la cadena alimenticia del ecosistema. Entre las plantas nativas que dependen de estos polinizadores destacan *Carnegiea gigantea* (sahuaro), *Pachycereus pringlei* (cardón), *Parkinsonia microphylla* (palo verde), *Prosopis velutina* (mezquite), *Larrea tridentata* (gobernadora) y diversas especies de *Opuntia* y *Ferocactus*. Además, esta asociación entre polinizadores y plantas aportan recursos críticos para la fauna y las comunidades humanas. Así, el estudio de los polinizadores del desierto Sonorense permite comprender los mecanismos ecológicos que mantienen la biodiversidad en ambientes áridos y evaluar las amenazas derivadas del cambio climático, la pérdida de hábitat y el uso de agroquímicos. Dado lo anterior, el conocimiento y la conservación de los polinizadores y las plantas nativas, puede llegar a promover una visión integrada para la gestión y la restauración ecológica. De igual forma, es fundamental su conocimiento, debido a los grandes problemas ambientales derivados de las actividades humanas que actualmente ocurren en el desierto Sonorense.

Palabras clave: Cambio climático, desierto Sonorense, plantas nativas, polinizadores.

Introducción

El Desierto Sonorense alberga una de las floras áridas más diversas del mundo y una comunidad de polinizadores altamente especializada (Búrquez et al., 2011; Búrquez y Yetman, 2019). Las interacciones entre plantas nativas y polinizadores sostienen procesos ecológicos fundamentales como la regeneración de cactáceas columnares, leguminosas y arbustivas. Sin embargo, estos sistemas enfrentan presiones derivadas del cambio climático, la degradación ambiental y actividades humanas intensivas (IPCC, 2022; Zamudio et al., 2023). El Desierto Sonorense se distingue por su alta diversidad biológica y por complejas relaciones ecológicas entre flora y fauna, especialmente en los procesos de polinización, fundamentales para la reproducción de plantas nativas (Martínez-Yrízar et al., 2017). A diferencia de otros desiertos, su fenología floral responde tanto a lluvias de verano como de invierno, lo que genera una alta diversidad de estrategias reproductivas (García y López, 2016). Los polinizadores del desierto, como mariposas, abejas solitarias, colibríes y murciélagos nectarívoros—especialmente *Leptonycteris yerbabuenae*—son esenciales para la reproducción de especies icónicas como el sahuaro (*Carnegiea gigantea*) y las pitayas (*Stenocereus thurberi*) (Trejo-Salazar et al., 2015; Molina-Freaner y Eguiarte, 2020). No obstante, estos procesos día con día están siendo amenazados por factores ambientales y antropogénicos (Nabhan, 2016; Fleischmann y Nabhan, 2019). Este documento analiza la situación actual, los retos y las oportunidades para la conservación de polinizadores y plantas nativas del Desierto Sonorense.

El desierto posee una amplia gama de polinizadores reconocidos (Figura 1): abejas nativas, clave en ecosistemas áridos (Cano-Santana, 2018); mariposas, indicadores sensibles de cambios fenológicos y climáticos (Fleischmann y Nabhan, 2019); colibríes, importantes para arbustos y herbáceas; y murciélagos nectarívoros, fundamentales para las cactáceas columnares (Trejo-Salazar et al., 2015). A su vez, la vegetación del desierto Sonorense es una de las mejor documentadas en un a escala mundial (Shreve y Wiggins, 2014; Búrquez y Yetman, 2019). Entre las plantas asociadas a polinizadores destacan: cactáceas columnares: sahuaro, pitaya (Molina-Freaner y Eguiarte, 2020); leguminosas: mezquite y palo verde (Martínez-Yrízar et al., 2017); arbustivas: oreganillo, gobernadora; y plantas hospederas de mariposas: algodoncillos (*Asclepias spp.*) (Arizmendi y Rodríguez-Flores, 2020). La problemática actual que enfrentan los polinizadores en esta región y en todo el mundo es principalmente el Cambio Climático, el cual produce incrementos de temperatura, alteración de patrones de lluvia y desincronización biológica, afectando ciclos de floración y disponibilidad de recursos (IPCC, 2022).



Figura 1: principales polinizadores del desierto Sonorense: Abejas, murciélagos, mariposas y esfíngidos.

Estudios regionales muestran cambios en la fenología de plantas nativas y disminución en floraciones clave (García y López, 2016), lo que genera riesgo de desajuste planta–polinizador (Fleischmann y Nabhan, 2019). Otra problemática es la degradación de ecosistemas; la expansión agrícola, pecuaria y urbana ha generado fragmentación del hábitat y pérdida de cobertura vegetal natural (Zamudio et al., 2023). Esto afecta la disponibilidad de plantas nectaríferas y rutas migratorias de murciélagos y mariposas (Rojas-Soto et al., 2015). Asimismo, el sobrepastoreo, la extracción de flora y la pérdida de suelo fomentan procesos de desertificación (Abella y Newton, 2021). El avance del zacate buffel (*Pennisetum ciliare*) es una de las amenazas más críticas debido a su capacidad de desplazar plantas nativas y alterar los regímenes de fuego (Villalobos-García y Cervantes, 2022). Por último, las Actividades Humanas, mediante el uso intensivo de plaguicidas y herbicidas reduce poblaciones de abejas nativas y mariposas (Cano-Santana, 2018). La minería, expansión urbana y turismo no regulado incrementan la presión sobre especies sensibles (Nabhan, 2016). En este trabajo se presenta un análisis de las diferentes fuentes de información publicadas y datos propios sobre los efectos en los polinizadores del Desierto Sonorense por efectos del cambio climático y las actividades humanas.

Justificación

Los polinizadores son de gran importancia Ecológica debido a que mantienen la diversidad genética de plantas nativas (Arizmendi y Rodríguez-Flores, 2020), aseguran la regeneración de cactáceas columnares, esenciales para aves, reptiles y mamíferos (Trejo-Salazar et al., 2015). Además, sustentan cadenas tróficas y proveen frutos clave como tunas y pitayas (Molina-Freaner y Eguiarte, 2020). Por otro lado, actúan como bioindicadores del estado del ecosistema (Cano-Santana, 2018). Por lo anterior el análisis de los factores que afectan su ciclo de vida y su efectividad como polinizadores de plantas del desierto es fundamental para asegurar el éxito reproductivo de las mismas y la salud de los ecosistemas.

Objetivos

Objetivo general:

Revisar en distintas fuentes publicadas y datos propios los efectos en los polinizadores del desierto Sonorense por el Cambio climático, con la finalidad de mostrar el panorama actual, detectar especies con mayor vulnerabilidad, y proponer algunas acciones para incrementar su resiliencia.

Objetivos específicos:

- Realizar una búsqueda en páginas oficiales sobre publicaciones científicas del efecto en los polinizadores del desierto Sonorense por el cambio climático y actividades humanas.
- Elaborar estadísticas de cuáles son los efectos más importantes y significativos que enfrentan los distintos grupos de polinizadores del desierto Sonorense.
- Proponer estrategias de restauración de ecosistemas y de adaptación al cambio climático que le permitan a los polinizadores tener mayor resiliencia.

Materiales y métodos

1.1. Obtención de información sobre amenazas de los polinizadores y estudios de caso.

Para identificar las principales amenazas que enfrentan los polinizadores del Desierto Sonorense y otros ecosistemas similares, se realizó una recopilación sistemática de información mediante Búsqueda bibliográfica estructurada:

Se consultaron bases de datos científicas como Web of Science, Scopus, Google Scholar y SciELO utilizando combinaciones de palabras clave tales como *"pollinators", "desert ecosystems",*

"Sonoran Desert", "climate change impacts", "land-use change", "anthropogenic threats", "case studies". Se establecieron criterios de inclusión basados en publicaciones de los últimos 15 años, estudios realizados en zonas áridas, investigaciones sobre polinizadores vertebrados e invertebrados, y artículos con datos empíricos. Después se realizó una Revisión de estudios de caso donde se seleccionaron aquellos que documentaran impactos específicos en abejas nativas, mariposas, murciélagos nectarívoros y aves polinizadoras. Cada estudio fue analizado en función de: tipo de amenaza, escala espacial, especie afectada, indicadores ecológicos y evidencia cuantitativa reportada.

1.2 *Clasificación de las amenazas e impactos de los polinizadores por grupos.*

Una vez recopilada la información, se desarrolló un proceso de clasificación para ordenar y comparar los tipos de amenazas identificadas en los diferentes estudios y se realizó una tabla resumen con los trabajos más importantes. Se consideró el tipo de estudio, cual grupo de polinizadores estudiaron y las principales amenazas detectadas.

Resultados

Desajustes fenológicos entre plantas y polinizadores

Diversos estudios han documentado modificaciones significativas en la fenología de plantas nativas del Desierto Sonorense debido al calentamiento regional (Tabla 1). Zachmann et al. (2021) demostraron que varias especies muestran adelantos o retrasos en la floración, lo que genera un riesgo de desincronización temporal con los polinizadores que dependen de estos recursos. Resultados similares fueron reportados por USGS (2021–2023), quienes enfatizan que los cambios en temperatura y precipitación pueden romper las interacciones planta–polinizador, disminuyendo la disponibilidad de néctar en periodos críticos.

Alteración de gremios de polinizadores por cambios en el paisaje

Nabhan (1999) y trabajos subsecuentes sobre cactáceas y polinizadores del Sonorense describen que el éxito de los polinizadores —particularmente abejas nativas, mariposas y murciélagos nectarívoros— depende de una alta integridad del hábitat. Sin embargo, revisiones de la CEC (2021) y Urbán-Duarte et al. (2021) muestran que la fragmentación del paisaje, la conversión a zonas agrícolas y la urbanización están afectando la composición y abundancia de estos polinizadores. Como consecuencia, se observa una reducción en su diversidad, especialmente en abejas solitarias especializadas, que requieren microhábitats específicos para anidar y alimentarse.

Impactos del urbanismo y actividades humanas

Hostetler (2001) y estudios nacionales recientes coinciden en que las áreas urbanas del noroeste de México presentan menor cobertura de vegetación nativa, mayor uso de pesticidas y una homogenización del paisaje. Estas condiciones favorecen a un número reducido de polinizadores generalistas y excluyen a especies más sensibles a la perturbación. Urbán-Duarte et al. (2021) destacan que la urbanización y prácticas agrícolas intensivas son los causantes principales en la abundancia de polinizadores en México, incluido el Desierto Sonorense.

Olas de calor extremas y sequías prolongadas

Investigaciones recientes sobre eventos extremos en ecosistemas áridos (2024–2025) muestran que las olas de calor y sequías severas han provocado mortalidad significativa en cactáceas, incluyendo saguaros, cardones y otras especies clave del desierto. Esta pérdida de plantas influye considerablemente en la disponibilidad de flores para murciélagos nectarívoros (*Leptonycteris* spp.), abejas nativas y mariposas. Zachmann et al. (2021) y análisis regionales complementarios señalan que la reducción de floración en temporadas críticas limita la oferta de recursos, afectando directamente la actividad y supervivencia de polinizadores.

Tendencias de declive documentadas a escala México–Norteamérica

Revisiones amplias, como la de la Comisión para la Cooperación Ambiental (CEC, 2021), indican que los principales factores asociados al declive de polinizadores en América del Norte incluyen el cambio climático, la pérdida de hábitat, el uso de agroquímicos y la expansión urbana. Estas conclusiones coinciden con Urbán-Duarte et al. (2021), quienes señalan que el noroeste de México —incluido el Desierto Sonorense— muestra una alta vulnerabilidad debido a la especialización ecológica de sus plantas y polinizadores.

Murciélagos nectarívoros, mariposas y abejas nativas son particularmente susceptibles a los cambios en fenología y disponibilidad de recursos florales.

Tabla 1: principales trabajos publicados en el Desierto Sonorense sobre polinizadores y las amenazas que enfrentan por el cambio climático y las actividades humanas.

Tipo de estudio	Polinizadores estudiados	Principales Resultados	Citas	Periodo de estudio
Fenología / Cambio climático	Plantas nativas del Desierto Sonorense; polinizadores asociados	Respuestas divergentes en floración que pueden causar desajustes planta–polinizador.	Zachmann, L. J. et al.	2021
Ecología de polinizadores / Revisión	Abejas nativas, murciélagos, mariposas; cactáceas	Caracterización del gremio de polinizadores y relaciones ecológicas clave en el Sonorense.	Nabhan, G. P.	1999 y posteriores
Fenología / Modelación	Plantas dominantes; polinizadores indirectos	Documenta desajustes fenológicos atribuidos al cambio climático.	USGS / BioOne	2021–2023
Revisión continental	Polinizadores de Norteamérica (abejas, mariposas, murciélagos)	Identifica pérdida de hábitat, clima y agroquímicos como principales presiones.	CEC (Comisión para la Cooperación Ambiental)	2021
Revisión nacional	Abejas, mariposas y otros polinizadores en México	Tendencias nacionales y drivers: urbanización, agroquímicos, clima.	Urbán-Duarte, D. et al.	2021
Efectos de urbanización	Abejas y polinizadores urbanos	Relación entre desarrollo urbano y disminución de polinizadores; estrategias de conservación.	Hostetler, N. E.	2001 y revisiones
Impacto climático extremo	Cactáceas y polinizadores asociados (murciélagos, abejas)	Mortalidad de plantas clave y reducción de recursos florales por calor extremo.	Estudios regionales sobre sequía y olas de calor	2024–2025

Estudios de caso:

Murciélagos Leptonycteris y Cactáceas

Los murciélagos *Leptonycteris* dependen de floraciones secuenciales en su ruta migratoria. Cambios climáticos y reducción de floración amenazan este ciclo (Trejo-Salazar et al., 2015).

Mariposas y Algodoncillos

Las temperaturas elevadas reducen disponibilidad de *Asclepias spp.*, afectando el desarrollo larvario de especies como *Danaus gilippus* (Arizmendi y Rodríguez-Flores, 2020).

Abejas Nativas y Urbanización

La fragmentación del hábitat en zonas urbanas limita nidos y reduce la disponibilidad de flora nativa, afectando a abejas solitarias (Cano-Santana, 2018).

He buscado estimaciones publicadas y actualicé la gráfica. Antes de comentar los resultados, nota importante: las fuentes usan métricas distintas (p. ej. porcentaje de reducción en abundancia, porcentaje de especies con tendencia a la baja, o reducción en número de especies registradas). Para ser transparente, la gráfica muestra una estimación por grupo y cada barra indica la métrica utilizada en la fuente (no son directamente comparables como si todas midieran la misma cosa).

Declive en las poblaciones de polinizadores

Con la busca de información publicada sobre cómo se han afectado los principales grupos de polinizadores del Desierto Sonorense a nivel poblacional se encontró (Figura 2) que para el grupo de las Abejas hay un 25% de reducción en reportes/ocurrencias de especies a nivel mundial (~25% menos especies reportadas después de los 1990s) (Zattara y Aizen, 2021). En cuanto al grupo de Mariposas se registra un 22% de declive en la abundancia de mariposas en EE. UU entre 2000–2020 en un estudio muy amplio publicado recientemente (Erdwards et al., 2025). El grupo de los murciélagos también presenta una importante reducción en sus niveles poblacionales, al ser un polinizador especialista es más vulnerable ante los efectos de las perturbaciones y por el cambio climático, se reporta que el 90% (% de especies con tendencia a la baja) de las poblaciones de especies de Murciélagos evaluadas presentan tendencias decrecientes en las últimas décadas (Adams et al., 2024). Por último, los Esfíngidos en un estudio regional en Estados Unidos muestran que 8 de las 22 especies estudiadas mostraron declive en su población de alrededor de 36% (Young et al., 2017).

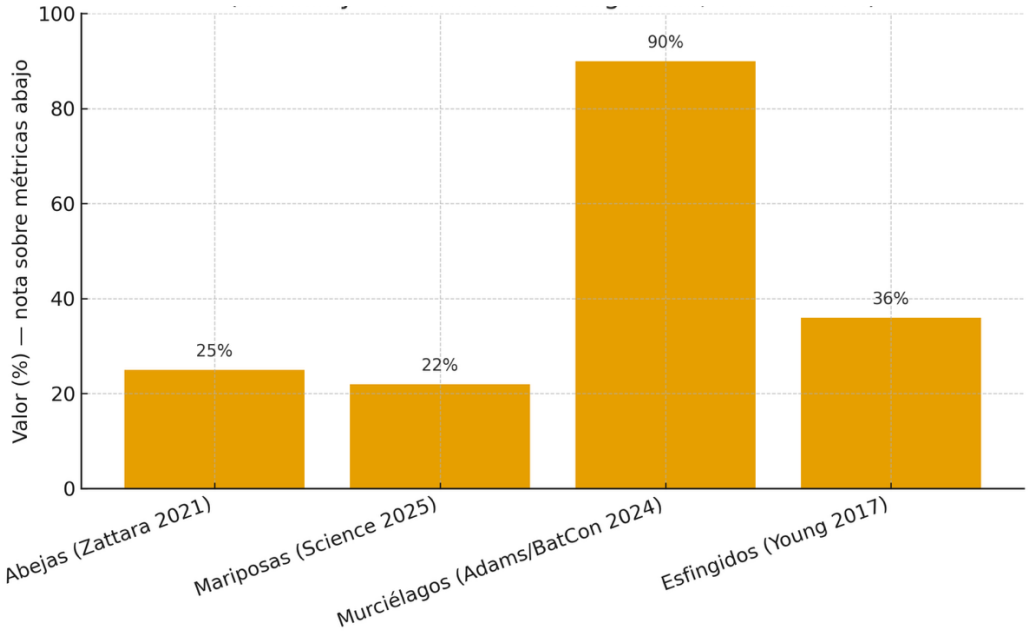


Figura 2: Estimaciones de diferentes trabajos publicados en Norteamérica sobre el declive en las poblaciones de los principales grupos de polinizadores del Desierto Sonorense.

Discusión

Efectos en los polinizadores por el cambio climático:

De las investigaciones revisadas y las propias se identificaron los siguientes aspectos mas relevantes del impacto en los polinizadores por el cambio climático (IPCC, 2022; Zamudio et al., 2023):

1. Aumento de temperaturas extremas y estrés hídrico

El incremento en la frecuencia e intensidad de las olas de calor y la reducción de la disponibilidad de agua alteran los ciclos fenológicos de las plantas nativas, afectando su floración y, por tanto, la disponibilidad de recursos (néctar y polen) para los polinizadores.

2. Desincronización entre plantas y polinizadores

El cambio climático provoca desfase temporal entre el momento de floración de las plantas y la actividad de polinizadores como abejas, mariposas o murciélagos nectarívoros. Esto reduce la eficiencia de la polinización y el éxito reproductivo de las especies vegetales.

3. Pérdida de hábitat y fragmentación del paisaje

El aumento en la desertificación y el cambio en la cobertura vegetal, impulsados por el cambio climático, disminuyen los refugios y corredores ecológicos para los polinizadores, limitando su movilidad y diversidad.

4. Vulnerabilidad de especies especializadas

Muchas plantas del desierto sonorense, como las cactáceas columnares y agaves, dependen de polinizadores específicos (por ejemplo, murciélagos del género *Leptonycteris*). Estos sistemas altamente especializados son particularmente sensibles a los cambios climáticos.

5. Impacto ecológico y pérdida de resiliencia

La disminución de la polinización afecta la regeneración natural y la diversidad genética de las plantas nativas, reduciendo la capacidad del ecosistema del desierto sonorense para adaptarse y mantener su funcionalidad ecológica frente a futuras perturbaciones climáticas (Abella y Newton, 2021; Arizmendi y Rodríguez-Flores, 2020).

6.2 Principales Retos

Invasión de zacate buffel (Villalobos-García y Cervantes, 2022).

Alteración de ciclos fenológicos (García y López, 2016).

Falta de conectividad ecológica (Zamudio et al., 2023).

Presión urbana creciente (Abella y Newton, 2021).

Reducción de recursos hídricos (IPCC, 2022).

6.3 Oportunidades

Restauración ecológica basada en plantas nativas (Abella y Newton, 2021).

Fortalecimiento de mariposarios como centros educativos (Nabhan, 2016).

Implementación de jardines para polinizadores en zonas urbanas.

Programas de ciencia ciudadana para monitorear fenología y polinizadores (Rojas-Soto et al., 2015).

6.4 Estrategias de Conservación y Restauración

Reforestación con plantas nativas, gestionando floración continua (Martínez-Yrízar et al., 2017).

Control del zacate buffel, incluyendo manejo de fuego (Villalobos-García y Cervantes, 2022).

Instalación de refugios para abejas solitarias (Cano-Santana, 2018).

Protección de rutas migratorias de murciélagos (Trejo-Salazar et al., 2015).

Creación de corredores biológicos urbanos basados en restauración xerófila.

Reducción de agroquímicos mediante políticas locales (Zamudio et al., 2023).

Integración de mariposarios universitarios como espacios de educación y conservación (Nabhan, 2016).

Conclusiones

La interacción entre polinizadores y plantas nativas del Desierto Sonorense constituye un sistema ecológico altamente especializado. Sin embargo, el cambio climático, la expansión urbana, la desertificación y especies invasoras amenazan gravemente estas relaciones. La conservación requiere estrategias integrales basadas en restauración ecológica, monitoreo, políticas públicas y participación comunitaria.

Las publicaciones revisadas coinciden en que el desierto Sonorense enfrenta una creciente desincronización ecológica entre plantas nativas y sus polinizadores, impulsada tanto por el cambio climático como por actividades humanas (urbanización, agricultura, infraestructuras y pesticidas). Estos factores están reduciendo la disponibilidad de flores, limitando el hábitat y modificando la composición de comunidades de polinizadores, lo que compromete la regeneración y resiliencia de las plantas nativas del desierto.

Rerefencias

Abella, S. R., and Newton, A. C. (2021). *Restoration of desert ecosystems: A global review*. Journal of Arid Environments, 186, 104413.

Adans et al., 2024. The state of the bats in North America. Annals of the New York Academic of Sciences, 1541-1.

Arizmendi, M. C., and Rodríguez-Flores, C. I. (2020). Pollination ecology in Mexico: Current knowledge and future perspectives. Biological Conservation, 250, 108754.

Búrquez, A., Martínez-Yrízar, A., Felger, R., and Yetman, D. (2011). Biodiversity and conservation in the Sonoran Desert. In P. C. Guerrero & C. D. Zedler (Eds.), Desert Ecology (pp. 75–100). University of Arizona Press.

Búrquez, A., and Yetman, D. (2019). Vegetation and flora of the Sonoran Desert. Desert Plants, 35(2), 1–30.

Cano-Santana, Z. (2018). Ecología de polinizadores en ecosistemas áridos de México. Revista Mexicana de Biodiversidad, 89(3), 760–778.

CEC – Comisión para la Cooperación Ambiental. (2021). State of Knowledge on North American Pollinator Conservation. CEC. https://www.cec.org

Edwards et al., (2025). Rapid butterfly declines across the United States during the 21st century. Science 387, 1090–1094.

Estudios recientes sobre sequías y olas de calor en el Desierto Sonorense. (2024–2025). Science, Nature, y otros reportes especializados de vegetación árida y resiliencia climática.

Fleischmann, E., and Nabhan, G. P. (2019). Climate-driven phenological shifts in desert pollination systems. Global Change Biology, 25(5), 1685–1698.

García, E., and López, P. (2016). Effects of extreme heat on flowering phenology in arid ecosystems of northwestern Mexico. Journal of Arid Environments, 135, 95–104.

Hostetler, N. E. (2001). The effects of urban land use on pollinator communities. Springer.

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2022). Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Cambridge University Press.

Martínez-Yrízar, A., Búrquez, A., and Felger, R. (2017). Plant communities of the Sonoran Desert: Structure and ecological function. Journal of Vegetation Science, 28(3), 1–14.

Molina-Freaner, F., and Eguiarte, L. E. (2020). The ecology and evolution of columnar cacti in Mexico. Plant Ecology, 221, 505–519.

Nabhan, G. P. (2016). The pollinator crisis in the American Southwest. University of Arizona Press.

Nabhan, G. P. (1999). Pollinator diversity and ecological relationships in Sonoran Desert habitats. Botanical Sciences, 74(1), 45–57.

Rojas-Soto, O., Soberón, J., and Alcántara-Ayala, O. (2015). Forecasting climate change impacts on migratory pollinators in northern Mexico. Ecological Indicators, 58, 11–23.

Shreve, F., and Wiggins, I. L. (2014). Vegetation and flora of the Sonoran Desert. Stanford University Press. (Reprint of classic foundational work)

Trejo-Salazar, R. E., Torres-Knoop, A., and Medellín, R. A. (2015). Leptonycteris bats as pollinators of columnar cacti: Ecological roles and conservation needs. Journal of Mammalogy, 96(1), 1–10.

Urbán-Duarte, D., Ayala-Barajas, R. (2021). Biodiversity and state of pollinator taxa in Mexico. Sustainability, 13(14), 1–22. https://doi.org/10.3390/su13147706

USGS – United States Geological Survey. (2021–2023). Phenological responses of Sonoran Desert plant species to climate variability [Reports]. U.S. Geological Survey. https://www.usgs.gov

Villalobos-García, J. A., and Cervantes, A. I. (2022). Effects of buffelgrass invasion on native flora and pollinator availability in northwestern Mexico. Biological Invasions, 24(2), 389–404.

Young BE, Auer S, Ormes M, Rapacciuolo G, Schweitzer D, et al. (2017) Are pollinating hawk moths declining in the Northeastern United States? An analysis of collection records. PLOS ONE 12(10): e0185683. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185683

Zachmann, L. J. (2021). Dominant Sonoran Desert plant species have divergent phenological responses to climate change. Madroño, 68(2), 99–113.

Zamudio, A., Camacho, C., and Enríquez, V. (2023). Ecosystem degradation and pollinator decline in arid zones of Mexico: A synthesis. Ecological Research, 38(4), 521–536.

Zattara EE y Aizen MA, (2021) Worldwide occurrence records suggest a global decline in bee species richness. One Earth 4(1).

Ingenios del sangrengrado. Aprovechamientos de las Jatrophas, alimento de la mariposa de cuatro espejos

Jesús Armando Haro, Centro de Estudios en Salud y Sociedad; El Colegio de Sonora.

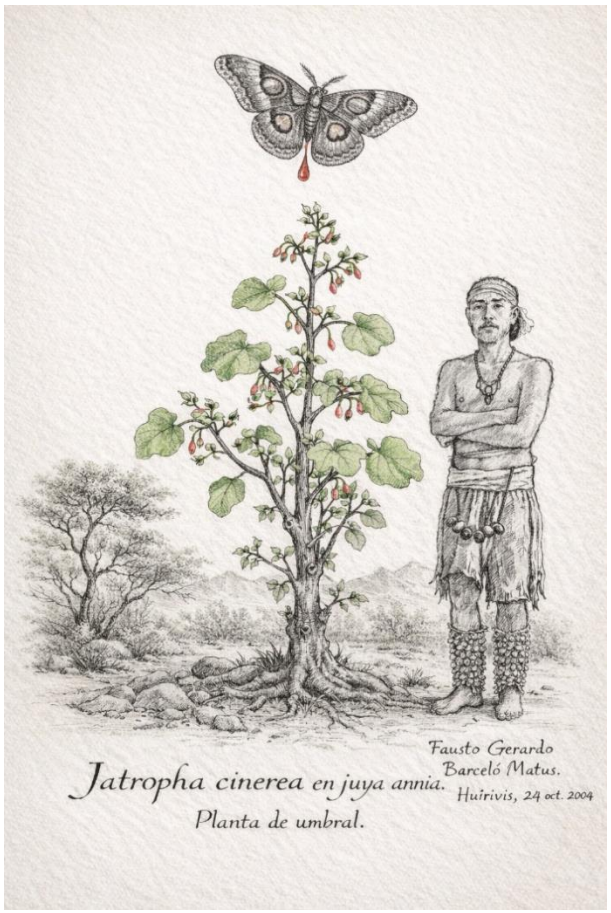


Ilustración original generada con asistencia de inteligencia artificial (ChatGPT), a partir de indicaciones del autor.

No todas las plantas curan acariciando. Algunas entran al cuerpo como quien abre una herida para que sane desde adentro. Así son las jatrofas del noroeste: sangran, arden, limpian; otorgan albergue y sustento a diversas especies de gran importancia biocultural. Es relevante observar que en el noroeste de México, varias plantas de este y otros géneros reciben el nombre de *sangrengrado* —también llamadas sangre de grado o sangre de drago—, con propiedades medicinales semejantes.[1] La mayoría pertenecen al género *Jatropha*, aunque también existen otras plantas del género *Croton*, que son de la misma familia botánica de las euforbiáceas, una parentela vegetal cosmopolita y altamente

[1] También se le llama sangregado o sangrengado. Aquí optamos por sangrengrado, la forma regional que nos parece más elocuente.

difundida y diversificada, con cerca de 8,000 especies, agrupadas en más de 300 géneros. Dentro de ella, *Jatropha* destaca por incluir formas herbáceas y arbustivas, organizadas en dos subgéneros y diez secciones, con alrededor de 186 especies, de las cuales 48 se registran en México, con 39 que son endémicas del país.[2]

Entre las especies del género más comunes en el noroeste de México destacan *Jatropha cinerea* (llamada torito o lomboy), *J. cardiophylla* (sangre de Cristo), *J. cordata* (matamuchachos) y *J. cuneata* (matácora o torote amarillo). En zonas serranas aparece *J. malacophylla*, mientras que otras variantes como *J. dioica* y *J. macrorhiza* también forman parte de este conjunto. Todas comparten un rasgo fundamental: una savia que emerge al herirlas, potencia visible, advertencia a la vez. En el territorio yaqui destaca particularmente *Jatropha cinerea*, planta ampliamente distribuida en las zonas costeras y desérticas del noroeste, y quizá la más representativa en el uso medicinal regional. En *iak nookia* la llamán *sappo*, mientras que nombran *kau sappo* a otro sangrengrado (*Jatropha cordata*) que algunos llaman "papelillo", por presentar una especie de papiro que se descascara en su corteza y es el único sangrengrado cuya raíz sirve para hacer máscaras, mientras que *Jatropha cuneata*, también presente en el *Yoem Bwiara* se emplea para curtir cueros. Estas y otras especies que llamaremos el complejo sangrengrado del noroeste de México se muestran la Tabla 1.

El género *Jatropha* es originario principalmente de América Central y del Sur, aunque algunas especies (como *Jatropha curcas*) se difundieron muy temprano hacia África y Asia por rutas comerciales. El nombre *Jatropha* proviene del griego *iatros* (médico) y *trophe* (alimentación o sustento), dado por Carl Linnaeus en 1753, aludiendo a sus usos medicinales. En Mesoamérica, se cultivaban especies como *Jatropha curcas, J. gossypiifolia y J. podagrica*, cuyas semillas y látex eran utilizados por mayas y mexicas con fines medicinales (como purgantes, para infecciones cutáneas y heridas).

Jatropha cinerea es el sangrengrado más común en el occidente de Sonora. Se trata de un arbusto erecto muy ramificado y de aspecto ceniciento, que crece de uno a cuatro metros de altura. Aunque es perenne y puede encontrarse durante todo el año, es deciduo: pierde sus hojas en la temporada seca. Su corteza es blanda y carnosa, de color grisáceo y no se desprende. Al seccionar los

[2] Si bien la morfología foliar y floral había sido el criterio básico para distinguir las especies de este género, estudios anatómicos posteriores evidenciaron que la estructura interna del pecíolo —incluyendo la disposición de haces vasculares y canales de látex— permite reconocer afinidades evolutivas no evidentes a simple vista, sugiriendo subdivisiones dentro del género que trascienden la morfología externa (Dehgan, 1982).

tallos exuda una savia copiosa, pálido-amarillenta que tiende a tornarse rojiza al contacto con el aire. Sus ramas son delgadas y flexibles, ligeramente suculentas y turgentes al tacto, de color entre marrón y gris, sin espinas y muy tupidas; brotan desde la base en forma de penachos y desarrollan ramillas secundarias en sus extremos.

Las hojas, de cuatro a ocho centímetros de largo, son alternas, de forma reniforme a cordada; brillantes, con tonalidades que varían del verde al amarillo y, en ocasiones, al rojizo. Al estrujarse despiden un olor picante. Presentan márgenes crenados, envés ligeramente tomentoso en estado juvenil, con pubescencia fina apenas visible, nervaduras prominentes y pequeñas glándulas anaranjadas en la inserción del pecíolo. Su floración es unisexual, es una planta monoica que presenta flores masculinas y femeninas en el mismo individuo. Las flores son de color rosado a blanquecino, con cinco pétalos, de forma tubular y aroma perfumado. Los frutos son cápsulas (1.5–2.5 cm), con dos o tres semillas de color marrón oscuro. El sistema radical es somero y robusto, de aspecto suculento, con una raíz central bien desarrollada y cuatro laterales equidistantes.[3]

Conviene no confundirla con *Jatropha cordata*, que es un arbusto que puede alcanzar hasta diez metros de altura, de hojas más grandes y marcadamente cordadas, porte más abierto y coloración menos cenicienta. A simple vista, el sangrengrado cenizo (*Jatropha cinerea*) se reconoce por su porte apretado y su tono grisáceo, como cubierto de un polvo fino. En cambio, *Jatropha cordata* se abre al espacio, con hojas amplias en forma de corazón, tallos de un verde más vivo y una corteza que se descasca como pergamino, el “papelillo” con el que tradicionalmente se envuelven quesos. Su raíz más grande, es utilizada para elaborar máscaras.

Jatropha cuneata se distingue por ser un arbusto de dos metros de alto y poseer savia rojiza, aprovechada para curtir cueros. Sus hojas son obovadas o espatuladas, de márgenes enteros y textura aterciopelada. *Jatropha macrorhiza* es herbácea –a diferencia de las demás, que son semileñosas- y suele confundirse con la saya (*Amoreuxia palmatifida*) por la forma de sus hojas en forma de mano. Es de flores rosadas y no se encuentra en el territorio yaqui. Se ha señalado que su fruto es amargo y puede producir alucinaciones. En cuanto a *Jatropha cardiophylla*, se caracteriza por su menor tamaño, ramas más rectas y flexibles, con internodos más largos, corteza rojiza a marrón, hojas en forma de corazón con dentadura irregular y frutos de dos semillas. Su savia es acuosa, pero se torna roja al contacto con el aire.[4] Por su parte, *Jatropha cinerea* se encuentra en matorrales y orillas de

[3] Ver Felger, Johnson y Wilson (2001).
[4] Véase Johnson (1998) y Felger y Molina (2024).

caminos, en zonas costeras y áridas. Crece en suelos pobres y rocosos, cumbres escarpadas, desde el nivel del mar hasta los 1,500 metros de altitud. Destaca por su resistencia a sequías prolongadas y su tolerancia a suelos salinos.

Tabla 1. Complejo jatrófico del noroeste de México

Especie	Nombres comunes	Distribución	Notas etnobotánicas
Jatropha cardiophylla (Torr.) Müll.Arg.	sangre de Cristo; *kau sappo* (yaqui); *heecl* (comcáac); *dragoon blood, heartleaf limberbush* (inglés)	Desierto sonorense; Sonora y Arizona; región comcáac, suroeste de Sonora	Integrante del complejo; presencia cultural localizada
Jatropha cinerea (Ortega) Müll.Arg.	Lomboy blanco, torito, torotillo, sangrengrado; *hamísj* (comcáac); *komagĭ va:s* (odham); *sappo* (yaqui); *arizona nettlesspurge, ashy limberbush* (inglés)	Desierto sonorense; zonas costeras de Sonora y norte de Sinaloa; territorio yaqui y mayo	Especie eje; uso amplio (dental, ocular, heridas, diabetes)
Jatropha cordata	Copalillo, matamuchachos, miguelito, torote papelillo; *guajpé* (guarijío), *jay sappo* (yaqui) *mo' mo, sato' oro* (mayo), *vaas* (pima bajo), *tzontecpatli* ("medicina de las heridas"	Costa, centro-norte y noreste sonorense, suroeste de Chihuahua y Sinaloa, Baja California, hasta estado de México	Uso medicinal y forrajero; corteza exfoliante
Jatropha cuneata Wiggins & Rollins.	llora sangre, matácora, matamuchachos, palo muela, tecote prieto, torote amarillo; *haat* (comcáac); *leatherplant, limberbush, physicnut, wedgeleaf limberbush* (inglés)	Costa y desierto sonorense, Baja California, sur e Arizona; región comcáac y zonas áridas del noroeste	Importante en cultura material y medicina; hospedera de fauna ritual
Jatropha curcas L.	piñón manso, tártago, xuta; *quauhayohuachtli* ("semilla de calabaza de árbol"); *Barbados nut, purging nut* (inglés)	Introducida/cultivada en México; regiones tropicales y semiáridas	Uso amplio (medicinal, industrial); no central en el noroeste tradicional
Jatropha dioica Sessé	sangre de grado, sangredrago, piñón de cerro; *tlapalezpatli* (nahuátl); *leatherstem* (inglés)	Norte y centro de México; zonas áridas y semiáridas	Amplio uso medicinal; mayor relevancia fuera del noroeste estricto

Jatropha malacophylla Standl.	Sangre de grado; *he´uhó, jeyó* (guarijío), *ratowa* (rarámuri), *sa´apo* (mayo), *sycamore leaf jatropha* (inglés)	Centro este y sureste de Sonora, Sierra Madre Occidental; región guarijía y rarámuri, Sinaloa a Oaxaca	Variante serrana del complejo; usos en boca y baños
Jatropha macrorhiza Benth	*Koowi saawa* (yaqui); *nettlespurge, ragged nettlespurge* (inglés)	Noroeste de México y Arizona; zonas áridas	Poco documentada etnográficamente
Jatropha vernicosa Brandegge	*Lomboy colorado*	Baja California Sur	Corteza y savia en decocción para hemorroides, cáncer, moniliasis, anemia

Fuente. Elaboración propia.

Es en el cuerpo donde el sangrengrado revela su naturaleza más potente. Su uso medicinal fue documentado desde el siglo XVIII por Juan de Esteyneffer, quien registró su empleo en inflamaciones, problemas dentales y afecciones oculares.[5] Se ha propuesto que la planta hemostática llamada *tlapalezpatli* (“remedio del fluxo de sangre”) usada por los mexicas y descrita por Francisco Hernández de Toledo (2023) en el siglo XVI, podría corresponder a *Jatropha dioica*. Alfonso Reyes evocó ese saber antiguo en su poema *Yerbas del tarahumara* (1934): “y la sangre de grado, que aprieta las encías y agarra en la nariz los dientes flojos”.

Entre los yaquis, la raíz cocida se utiliza en gárgaras para aliviar el dolor de muelas, mientras que la *kauwa* (savia) se succiona directamente del tallo para calmar molestias dentales. La decocción de ramas se emplea como agua de uso en diabetes y úlceras gástricas, aplicando la savia diluida en problemas oculares —“carnosidades” (pterigión), irritaciones y “nubes” (cataratas).[6] Doña María Jesús López Valenzuela, curandera de Ráhum, refiere que la raíz del *sappo* (*J. cinerea*) se utiliza para tratar heridas, inflamaciones, infecciones urinarias, úlceras gástricas (con golondrina, *Euphorbia*

[5] Esteyneffer [1715] considera a la “sangre de drago” un repercusivo fuerte, que debía aplicarse en doble dosis, combinado con una parte de medicamentos resolutivos en casos de flegmón, que es una inflamación difusa aguda de tejido adiposo con exudado purulento. Indicado especialmente en “rijas y fístulas de los ojos”, flemoncillos del ángulo lagrimal, mojando paños para aplicación local, con una mezcla de zumo de hierba mora, siempreviva o llantén a la que se añadía el de la sangre de drago. Igualmente, indica la savia en hemorragias después de una extracción dental o de las venillas superficiales. Lo recomendaba también en fracturas como parte de un emplasto elaborado con claras de huevo y aceite al que agregaba polvo de esta especie u otras (Anzures, 1978).

[6] Ver Aguilar, Argueta y Cano (1994). En la *Biblioteca de la Medicina Tradicional Mexicana* (Argueta, Cano y Rodarte, 1994) se señala la ambigüedad que tienen los términos “nubes”, “cataratas” y “carnosidades”, para referirse a distintos padecimientos oculares. Por ello, se recomienda “no utilizar remedios caseros destinados a remover la "telita", ya que podrían dañar al ojo; el tratamiento es específico para cada padecimiento y, generalmente, requiere intervención quirúrgica”.

prostrata) para limpiar la matriz, favorecer la fertilidad en las mujeres y prevenir el cáncer de útero y de próstata. Recomiendan recolectar la de la planta macho en octubre y con luna llena, cuando está "más sazona", pues fuera de ese tiempo "no tiene la misma fuerza". Para curar llagas y heridas emplean la raíz o el tallo previamente secos y molidos para realizar lavados.[7]

En distintos pueblos del noroeste se repiten y diversifican estos usos. Los guarijíos emplean la savia del *jeyó* (*J. malacophylla*) en llagas de piel y boca, así como en malestares oculares.[8] Entre los yoreme-mayos se recomienda usarla disuelta en agua y no más de dos o tres veces, puesto que la arde mucho. También se señala que indican la "llorida" (savia) del *sa´apo* en gárgaras para remover la placa dental, la raíz cocida en diabetes.[9] Los comcáac emplean raíces y savia del *haat* (*Jatropha cuneata*) para bajar el colesterol, en disentería y ulceras bucales. Del *hamisj* (*J. cinerea*) indican las ramas cocidas para lavados en heridas que no quieren sanar.[10]

Los rarámuris aplican la savia del *ratowa* que se da en la sierra (*J. malacophylla*) en dolor de muelas; las hojas machacadas en afecciones oculares y en baños, para que los niños "agarren fuerza" (Irigoyen y Paredes 2015). Los pimas bajos de Ónavas hervían hojas para elaborar una loción para piernas adoloridas (Kay-Artschwager, 2011).

Tanto en Baja California Sur, donde le dicen matácora y lomboy blanco, como en Sonora, se usa la savia de *J. cinerea* y *J. dioica* para cicatrizar heridas, detener sangrados, lesiones del cuero cabelludo, escorbuto, piorrea, sarna, golpes, sacar espinas o muelas picadas, en hemorroides, quemaduras y candidiasis bucal (Argueta, Cano y Rodarte, 1994).[11] Maximino Martínez (1992) le atribuye propiedades antidisentéricas, antiescorbúticas, antisépticas, astringentes, usado en dermatosis, hemorroides y piorrea. Expertos herbolarios del suroeste de Estados Unidos recomiendan

[7] Según información brindada en los talleres en los que participaron también Reyna Valencia González, María Molina Vázques, Tomasa Amarillas Valenzuela, Mercedes Buitimea Tupis y Bruno Huicojiza, para llagas es mejor usar la corteza, la cascarita que tiene por encima, esa se seca y se muele bien para aplicar directamente. Para los malestares oculares raspan el tallo con una cuchara para obtener la savia, después la colocan en un gotero y agregan 3 gotas de agua. Aplican una gota de esta preparación directamente en el ojo afectado antes de dormir y después de levantarse (CPFEUM, 2023).

[8] Ver Gentry (1963), Haro (1981), Yetman (2002).

[9] Ver Johnson et al (1986), Valenzuela (2000), Yetman y Van Devender (2002).

[10] Ver Felger y Moser (1985), Aguilar, Argueta y Cano (1994), Morales y Estrella (2010),

[11] En Aguascalientes se emplea raíz y tallo para varias condiciones, entre ellas, tumores, várices, golpes externos, problemas dentales, capilares y en piel, para lo cual maceran la planta en alcohol y agua, para uso externo. Para "bajar la regla" indican un trozo de raíz cocida para beber en ayunas y antes de acostarse, mientras que la savia se usa en mesquinos, callos y para cicatrizar heridas o sacar espinas enterradas (García-Regalado, 2014). En Guanajuato se emplea tintura de raíces en faringitis, hemorroides, granos, piquetes, caspa, calvicie, quemaduras y oído reventado (Soria, 2016). En el Mercado Sonora de la Ciudad de México se vende la raíz para caída de cabello, debilidad, dolor de riñones y problemas digestivos (Manzanero et al, 2009).

la savia en erupciones llorosas de la piel y las ramas cocidas en diarreas (Kane, 2011). La raíz en tintura de *Jatropha macrorhiza* se indica como laxante, mientras que la savia de otros sangrengrados se emplea en diarrea, inflamaciones y llagas orofaríngeas; en lavados para hemorroides o vaginitis (Moore, 1989).

En varias jatrophas se atribuyen propiedades antiinflamatorias, antioxidantes, antidiabéticas, larvicidas, abortivas, antisépticas, anticancerígenas, antifúngicas, diuréticas, eméticas, hemostáticas, lactagogas, narcóticas, purgantes, rubefacientes, cicatrizantes y vulnerarias, siendo *Jatropha curcas* la especie más estudiada.[12] En la raíz de *J. cinérea* se han encontrado taninos y diterpenos (citlalitriona, jatrofona y riolosatriona), además de R-sitosterol. En las semillas se han identificado varios ácidos grasos, tocoferoles y compuestos fenólicos; en tallos y hojas, flavonoides, saponinas, estilbenos, derivados de epicatequina y la antocianidina delfinidina. El extracto alcohólico de la raíz ha mostrado actividad antibacteriana, particularmente contra *Staphylococcus aureus*.[13]

Se ha señalado que las jatrofas presentan riesgo de toxicidad por su contenido de forbol, curcusionas e inhibidores de la tripsina, particularmente en las semillas, aunque estos componentes se encuentran en toda la planta.[14] Pueden provocar irritación gastrointestinal e incluso efectos graves; sin embargo, algunos de estos compuestos se degradan tras la recolección o mediante procesos como el tostado. En México se han desarrollado variedades de *Jatropha curcas* no tóxicas, y se ha documentado que *J. cinerea* presenta bajos niveles de estos compuestos. Aun así, su uso prolongado puede resultar dañino —especialmente para riñón y sistema digestivo—, y no se recomienda durante el embarazo por su potencial abortivo (Kane, 2011). Como muchas plantas de umbral, su potencia es también su riesgo: exige medida, conocimiento y respeto.

Más allá de lo medicinal, las jatrofas tienen múltiples usos. Los yaquis emplean la raíz del *kau sappo* (*J. cordata*) para elaborar máscaras de pascola. Los comcáac usan las ramas del *hamísij* (*J. cinerea*) para hacer cuneros y bastones rituales (*hapéxz*) para sus juegos tradicionales, así como dos

[12] Ver Rosales (2000), Ruíz et al (2009), Dougnon et al (2012), Medina (2013), Sabandar et al (2013), Dada et al (2014), Lovio et al (2017), Vega et al (2021), León-Bejarano et al (2021), Zengin et al (2021), Syahruni et al (2025).
[13] En otras jatrofas se han encontrado además lignanos, cumarinas, péptidos cíclicos, alcaloides y terpenos, señalándose que hay diferencias en la concentración y presencia de fitoquímicos según los métodos de preparación. Ver Laxane et al (2013), Dada et al (2014), Ramírez-Moreno et al (2020) Bastos, Diego y Guedes (2020).
[14] De hecho, en Filipinas se emplean como piscicidas y se ha reportado que en su uso forrajero a veces se les "engrana" el hocico a cabras y borregos. También se ha reportado dolor de cabeza y vómito en niños que han comido sus frutos. Ver Soto et al (2014), Córdova-Téllez et al (2015), Soria (2016).

tipos de coronas: las *hehe hamásij*, de potente significado y asociadas a la figura del coyote, y la *ano cojozim quih itáamalca*, usada en una danza (*ziix coox cö coila*) de la fiesta de la pubertad. Las ramas secas se aprovechan como combustible, al que llaman *oot iquéjöc*, "leña de coyote" porque arde poco. Otros sangengrados que llaman *heecl* (*J. cardiophylla*) y *haat* (*J. cuneata*) se acostumbran para elaborar canastas, mientras que la raíz sirve para sacar un tinte artesanal, a la vez que la savia, usada antiguamente para envenenar puntas de flecha. Las hojas, en la cacería, para atraer venados, silbando entre ellas para llamar su atención. Las ramas se aprovechaban también en taxidermia y para hacer refugios temporales, las delgaditas para amarrar cosas, así como para elaborar unos anillos (*hatxíin*) que las mujeres usaban para acarrear objetos con la cabeza. Los tallos se usan también como leña y cuando están tiernos para ayudar a detener hemorragias causadas por tatuajes (Felger y Moser 1985).

Las semillas de las jatrophas contienen aceites de interés industrial, especialmente en *J. curcas*, utilizadas en biocombustibles, cosméticos, control de plagas y muchos otros aprovechamientos.[15] Se ha impulsado ampliamente su cultivo agroindustrial en varias regiones del mundo y de México, con consecuencias no siempre favorables para las comunidades locales.[16]

Los tallos tiernos, las hojas y la pasta que queda de la extracción de aceite de algunas jatrophas se usan como forraje tras procesos de detoxificación. Se reportan asimismo usos comestibles humanos de las semillas en forma de harinas y aceites para cocinar, elaboradas con variedades que no son tóxicas por no contener forbol, con estudios que avalan su alto valor nutricio.[17] La raíz se ha usado para curtir cueros y se han desarrollado tónicos capilares para revertir la alopecia (Razo y Alvarado, 2014).

En agricultura suelen emplearse como plantas de apoyo en plantaciones delicadas, como la vainilla; usadas como "cercas vivas" de barrera para ganado y demarcación de tierras. El material orgánico que resulta de extraer el aceite de sus semillas, se usa como abono y fertilizante. La torta de semillas secas, una vez que se descompone, produce gas que se utiliza para generar energía eléctrica y calor.

---

[15] Entre sus aplicaciones se incluye la producción de aceites para maquinaría, para cocinar, hacer jabones, barnices, productos cosméticos antiarrugas y empleadas en la síntesis de nanopartículas de plata. Los extractos del aceite de semilla se han encontrado eficaces contra una serie de plagas de cultivos y caracoles vectores de esquistosomiasis, con propiedades insecticidas, molusquicidas, fertilizantes, fungicidas y nematocidas (Brittaine y Lutaladio, 2010).

[16] Ver Fresnedo y Orozco (2012), Rucoba et al (2013).

[17] Ver Hernández et al (1991), Medina (2015), Senger et al (2017).

No es una especie considerada en peligro pues ha sido evaluada en "preocupación menor" (IUCN 2005). Sin embargo, varios expertos (Christensen et al 2019) señalan que en México varios sangrengrados se encuentran en riesgo, por ganaderización, tala, monocultivos, plaguicidas y deterioro ambiental. Se ha mencionado que las especies del género *Jatropha* son plantas multipropósitos, por ser productoras de oxígeno de rápido crecimiento, con amplio potencial para la reforestación y restauración ecológica, útiles para controlar la erosión de suelos y para fitorremediación, pues secuestran carbono del suelo y mantienen relaciones simbióticas con hongos del suelo. Sus frutos son alimento del perico *Amazona finschi*, endémico de la Costa del Pacifico mexicano, además de ser especies altamente melíferas y albergar a las larvas de la mariposa cuatro espejos (*Rothschildia cincta*), cuyos capullos se utilizan para fabricar los *teneboim* (tenábaris) que acompañan las danzas rituales de yaquis, mayos y otros pueblos del noroeste (Simonett, 2016).[18] Las jatrofas son hospederas de la cochinilla (*Coccus axin*), que produce un aceite aprovechado en el sur de México para lacas que abrillantan maderas artesanales, además de usos medicinales (Bennet y Zingg 1935).

Varias jatrophas se usan en África y el Caribe como protección y en tareas de diagnóstico, tratamiento y absolución en casos de brujería, así como en rituales de Cuaresma, consideradas afrodisíacas en prácticas mágicas del *New Age* (*Center for Plants & Culture*, s.f.). Para yaquis y mayos, así como entre otros pueblos del noroeste, constituye una planta sagrada de profunda importancia biocultural, dotada de poderes curativos y protectores, por lo que se le pide permiso antes de cortarla. Como nos señalaron los médicos tradicionales asistentes a un encuentro efectuado en Tórim, no es una planta para el uso indiscriminado: requiere conocimiento, medida y respeto. El sangrengrado es, en suma, una planta de umbral, que acompaña, interviene y transforma. Trabaja desde la herida. Y a veces, desde el llamado, como lo ilustra una narración recopilada durante una fiesta que tuvo lugar en Huírivis en 2004:

[18] En el noroeste de México existen varios mariposarios donde se cultivan sangrengrados para la reproducción de la mariposa cuatro espejos: el *Baisebolim Toosa* del Centro Cultural *Yo´o Joara* en Cócorit, los de los Centros de Cultura del Instituto Sonorense de Cultura en El Júpare y Tórim, el del Jardín Etnobiológico del Desierto Renatura, en Bahía de Kino, el del Jardín Etnobiológico de Sinaloa "Juyya Ánnia" en Los Mochis, el mariposario La Esperanza en Angostura, Sinaloa, el de la Facultad de Biología de la Autónoma de Sinaloa y el de Urique, Chihuahua.

El llamado del *pajko óla* y el *kau sappo*, el sangrengrado de la sierra.

Gerardo tenía como catorce años cuando su tío, que era *Pajko'ola Yoowe*, lo invitó junto con unos primos a la sierra del Bacatete. Iban a buscar una vaca perdida y, de paso, a traer una raíz de *kau sappo* —sangrengrado de la sierra—, buena para labrar máscaras. Pero ese día Gerardo se les perdió, lo agarró la *chiktura*, ese extravío que ocurre a veces en el monte. Lo buscaron hasta que cayó la tarde, llamándolo entre los cerros, siguiendo huellas, revisando cañadas. No apareció. Entonces el tío dijo, sin alterarse: "Mañana volvemos. Yo creo que lo está llamando el *Juya annia*".

Gerardo, mientras tanto, caminó sin rumbo hasta que el cansancio pudo más. Tenía sed y tenía hambre, pero sobre todo lo consumía el sueño desde la tardeada. Llegando apenas la noche se echó bajo un mezquite. No había luna y tampoco llevaba fósforos o foco. La oscuridad era completa y se durmió como pudo, deseando ser acompañado por los *Surem* y que no se le apareciera ningún *choni*.

En la madrugada despertó sobresaltado. Había soñado con un chivo. No recordaba bien el sueño, solo una sensación extraña, como si algo se le hubiera metido en el cuerpo. Volvió a dormirse. Al amanecer lo despertó, frenética, la aurora. Y lo primero que vio, a un lado suyo, fue una mata vigorosa de *kau sappo*. Justo la que andaban buscando. Miró entonces, como con ojos nuevos, el monte: torotes y salvias, matas de gobernadora y sibiris. El aire vibraba con el aleteo de abejas y mariposas y con el traqueteo de un pájaro carpintero. Unos juancitos lo saludaron con maromas, mientras el canto de los chontes cundía por encima del mezquite. No lo pensó mucho. Sacó su navaja y, con cuidado, empezó a escarbar hasta sacar la raíz de *kau sappo*. Al herirla, la planta soltó una savia espesa que le manchó las manos. Sintió un estremecimiento, como si aquella herida no fuera solo de la *juya jittoa* que tan bien conocía como remedio. La envolvió en su paliacate y echó a andar por un sendero donde se veían huellas de carro. Al seguirlo divisó, a lo lejos, entre unos matorrales, a la vaca perdida.

Al poco rato escuchó un motor. "¡Gerardo! ¿Ya te despertaste?", gritaban los suyos, que se venían riendo a todo lo que daban. Le traían café y unos burritos de carne con chile para consolarlo de su soledad extraviada. Al poco rato ya estaba en su casa, allá en Pótam, contando a los presentes su aventura y lo que le costó andar buscando a la vaca que se trajeron con todo y becerro para hacer quesos. Les dijo: "*Naman ne tokti tua womtek*" ("allá me asusté de verdad"). "Pues te miras como afiebrado", le dijo su madre tocándole la frente, "cargas los ojos pipisquis. Te voy a cocer raíz de golondrina para que te eches un baño".

Una semana después, su tío se lo llevó al río. Iban en silencio. A medio camino, el viejo habló: "¿Qué, soñaste con el chivo? Gerardo le respondió, sorprendido:

"He tenido sueños muy raros desde aquella noche… Y me lloran mucho los ojos, sin estar triste. Los pies me cascabelean… y la cintura la traigo adolorida, como con ganas de revolcarme". El tío asintió despacio: "Eso que traes, mijo, es llamado de pascola. Pero también parece que traes mal de ojo… te los veo bien irritados". Se quedó pensando un momento. "Allá atrás de la casa hay *sato'oro*. De ese que suelta su baba cuando lo cortas y luego se pone como sangre. Con ese te vas a curar". Y así fue. Le dejó caer la savia con un gotero en cada ojo mientras Gerardo chillaba del ardor. Por la tarde ya se tenía la mirada clara y sin comezón.

Al día siguiente, el tío —que se llamaba Epigmenio— empezó a enseñarle a su *no' ochi* (consentido) los primeros pasos del pascolear, con el Son del Canario. Luego vinieron semanas de monte, juntando capullos para hacer los tenábaris; consiguieron un cinturón de coyolis en Torim y se pusieron a labrar la máscara con la raíz que Gerardo halló en el Bacatete, que pintaron de rojo, blanco y negro, con pelos que cortaron de la cola de una mula. Un hermano le agenció la sonaja, hecha con madera de álamo.

Cuando llegó la siguiente Cuaresma, Gerardo ya contaba con el ajuar completo, pero no se animaba a danzar. Don Epigmenio lo azuzaba en cada velación, pero el joven se resistía, tieso de vergüenza. Para el viernes de Dolores ya no pudo negarse, lo jalaba una ofrenda, *Lios bwania*, que traía del monte. La sangre le comenzó a hervir en grado supremo en cuanto los músicos empezaron a afinar arpas y violines. —*Ala machi pascola, Ala machi pascola* —le gritaron cuando salió por fin a amacizar el piso de la enramada. Al cuarto son, los *chapayekas* le dijeron: "A ver si como brincas, truenas… y aguantas machín toda la culebra". *Jain teiteiteka juni ne kaa weeche*, les contestó ("por más que me atasque no me caigo"). Entre cigarro y cigarro, su tío se frotaba las manos con orgullo: el muchacho le estremecía el corazón. Gerardo nomás se cimbraba, tupiéndole duro al ritmo del son, sintiendo cómo se abría entera la tierra. Dicen que aquella primera vez no se detuvo en toda la noche, no sintió el cansancio, como si el cuerpo no fuera del todo suyo. Porque recordaba, con pasión henchida, cómo todo había empezado allá, en el Bacatete, una noche sin luna. Por gracia del sangrengrado. Y de una vaca perdida.

¿O sería por fuerza de algo más, que no alcanzó a entender? No pudo Gerardo seguir con el remolino de sus pensamientos. Ya lo llamaba a pascolear el *Juya annia*. Entró el *tambole'ero*, con el

ritmo hipnotizante del tambor de cuero y la flauta de caña. Y luego el tambor de agua y los *jirúkiam* (raspadores), con un canto de venado dedicado al sangrengrado con que había hecho su máscara: *Kau sappo*: *Kau sappo seewa Kau sappo taaka Kau sappo seewa Kau sappo taaka Haisane mamachika wana weeka seewa Kau sappo seewa Kau sappo taaka Kau sappo seewa Kau sappo* ("El sangrengrado de la sierra está floreando y echando fruto, así como me miro parado, el sangrengrado está floreando y echando fruto").[19]

Referencias

Aguilar, A., Argueta, A. y Cano, L. (1994). Flora Medicinal Indígena de México. En Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana (2009). México: Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas INPI/UNAM Universidad Nacional Autónoma de México.

Anzures, C. (1978). Sangre de drago. En Florilegio medicinal de todas las enfermedades, de Esteyneffer, Juan de [1712]. México: Academia Nacional de Medicina.

Argueta, C., Cano, L. y Rodarte, M. E. (1994). Atlas de las plantas de la medicina tradicional mexicana. En Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana. México: Universidad Nacional Autónoma de México UNAM/INPI Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas.

Bastos-Cavalcante, N.B., Diego, A., Guedes, J.R. (2020). The genus Jatropha (Euphorbiaceae): A review on secondary chemical metabolites and biological aspects. Chem Biol Interact. 318:108976.

Bennett, W. y Zingg, R.M. (1978). [1935]. Los tarahumaras Una tribu india del norte del México. México: INI.

Brittaine, R. y Lutaladio, N. (2010). Jatropha. A smallholder bioenergy corp. The potential for pro-poor development. FAO-UN. https://www.fao.org/4/i1219e/i1219e00.htm

Center for Plants & Culture. (s.f.) Jatropha curcas. https://www.plantsandculture.org/jatropha-curcas

Christensen, C., Seal, Ch. y Rico, L. (2019). Threatened status of neglected and underutilized Jatropha (Euphorbiaceae) species endemic to Mexico. Revista Mexicana de Biodiversidad 90: e902903.

[19] Esta canción fue recopilada por Felipe Molina en la década de 1980, interpretada por Miguel "Miki" Maaso (Felger y Molina, 2024: 123).

Córdova-Téllez, L.C., Ramírez, E.B., Colmenero, A.Z. et al. (2015). Diagnóstico y plan estratégico de Jatropha spp. en México. México: SNICS, SINAREFI.

CPFEUM (Comisión Permanente de la Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos). (2023). Herbolaria de la tribu yaqui. México: CPFEUM, COFEPRIS, SS.

Dada, E.O., Ekundayo, F. y Makanjuola, O. (2014). Antibacterial activities of Jatropha curcas (LINN) on coliforms isolated from surface waters in Akure, Nigeria. Int J Biomed Sci. 10 (1):25-30.

Dehgan, B. (1982). Comparative anatomy of the petiole and infrageneric relationships in Jatropha (Euphorbiaceae). American Journal of Botany 69 (8): 1283-1295.

Dougnon, T.V. et al. (2012). Evaluation of the phytochemical and hemostatic potential of Jatropha multifida sap. African Journal of Pharmacy and Pharmacology 6 (26): 1943-1948.

Felger, R.S. y Molina, F.S. (2024). Plants and animals in the yoeme world: Ethnoecology of the yaquis of Sonora and Arizona. Tucson: University of Arizona.

Felger, R.S. y Moser, M.B. (1985). People of the desert and sea: ethnobotany of the Seri Indians. Tucson, Arizona: University of Arizona Press.

Felger, R-S., Johnson, M.B. y Wilson, M.F. (2001). The trees of Sonora, Mexico. Oxford University Press.

Fresnedo, J. y Orozco, Q. (2012). Diversity and distribution of genus Jatropha in Mexico. Genetic Resources and Crop Evolution 60 (3): 1087–1104.

García-Regalado, G. (2014). Plantas medicinales de Aguascalientes. Aguascalientes: Universidad de Aguascalientes.

Gentry, H.S. (1963). The Warihios Indians of Sonora-Chihuahua: An Ethnographic Survey. (Anthropological Papers 65). Washington: Bureau of American Ethnology Bulletin 186.

Haro, J. A. (1981). Estudio de comunidad Unidad Médica Rural #3 Burapaco, Álamos (mecanoescrito). Hermosillo: IMSS-Coplamar.

Hernández de Toledo, F. (2023) [1577]. Rerum Medicarum Novae Hispaniae Thesaurus. [Edición facsímil]. México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Irigoyen, F. y Paredes, A. Tarahumara medicine: Ethnobotany and healing among the raramuri of Mexico. Oklahoma: University of Oklahoma Press.

Johnson, D., Moreno Salazar, S. y López-Estudillo, R. (1986). Compendio fitoquímico de la medicina tradicional herbolaria de Sonora. Universidad de Sonora.

Johnson, M. (1998). Jatropha (Euphorbiaceae) in Southwestern United States and Adjacent Northern Mexico. https://repository.arizona.edu/bitstream/handle/10150/554312/dp_14_02-021-028.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Kane, Ch.W. (2011). Medicinal plants of the american southwest. Herbal medicine of the american southwest. Lincoln Town Press.

Kant, P. y Wu, S. (2011). The extraordinary collapse of Jatropha as a global biofuel. Environ. Sci. Technol. 45 (17): 7114–7115.

Kay-Artschwager, M. (2011). Healing with plants in the american and mexican west. Tucson: University of Arizona Press.

Laxane, S., Swarnkar, S., Kenganora, M. et al. (2013). Jatropha curcas: A systemic review on pharmacological, phytochemical, toxicological profiles and commercial applications. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences 4: 989-1010.

Leon-Bejarano, M., Ovando, M., Molina, C. et al. (2021). Identificación y actividad antioxidante de los compuestos fenólicos de Jatropha cardiophylla (Torr.) Müll. Arg. TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas. 24. 1-9.

Lovio, J.P., Gámez, N., Molina, C.C. et al. (2017). Physical characteristics and chemical constituents of Jatropha cinerea seeds. La Rivista Italiana Delle Sostanze Grasse 94 (3): 169-174.

Manzanero, G., Flores, A., Sandoval, E. y Bye, R. (2009). Etnobotánica de siete raíces medicinales en el mercado de Sonora de la Ciudad de México. Polibotánica (27): 191-228.

Martínez, M. (1992) Las plantas medicinales de México. México: Botas.

Medina, L., Hayano, A., Lovio, J. et al. (2015). Estudios químicos y moleculares de Jatrophas de Sonora como fuente potencial de aceites. Epistemus (Unison) 9 (19): 78-86.

Moore, M. (1989). Medical plants of the desert and canyon west. Santa Fe: Museum of New Mexico Press.

Morales, A. y Estrella, E.A. [2010]. Como granos de arena. [flora medicinal comcáac]. Hermosillo: edición de los autores.

Ramírez-Moreno, A. et al. (2020). Jatropha dioica, an Aztec plant with promising pharmacological properties: A systematic review. African Journal of Pharmacy and Pharmacology 14 (6): 169-178.

Razo-Rodríguez, C. y Alvarado E. (2014). Captosan tónico capilar de sangregado (Jatropha dioica). Jóvenes Investigadores en la Ciencia (UGto) 1 (1): 493-497. http://www.repositorio.ugto.mx/bitstream/20.500.12059/2273/1/CAPTOSAN_T%C3%B3nico%20Capilar%20de%20Sangregado_Jatropha%20Dioica.pdf

Rosales, M. (2013). Principales compuestos químicos del sangregado (Jatropha diodica) y su evaluación biocida. Proyecto de investigación. México: IPN.

Rucoba, A., Munguía, A. y Sarmiento, F. (2013). Entre la Jatropha y la pobreza: reflexiones sobre la producción de agrocombustibles en tierras de temporal en Yucatán. Estudios Sociales 21 (41): 115-141.

Ruíz, E., Velázquez, C., Garibay, S. et al. (2009). Antibacterial and antifungal activities of some mexican medicinal plants. J. Med. Food 12 (6): 1398-1402.

Sabandar, C.W., Ahmat, N., Mohd, J. et al. (2013). Medicinal property, phytochemistry and pharmacology of several Jatropha species (Euphorbiaceae): A review. Phytochemistry 85: 7-29.

Senger, E., Bohlinger, B., Esgaib, S. et al. (2017). Chuta (edible Jatropha curcas L.), the newcomer among underutilized crops: a rich source of vegetable oil and protein for human consumption. Eur Food Res Technol 243. 987–997.

Simonett, H. (2016). Yoreme cocoon leg rattles: An eco-organological perspective. Trans. Revista Transcultural de Música (Barcelona) 20: 1-28.

Soria, J.L. (2016). Etnobotánica de "sangregado" (Jatropha dioica Sessé Ex Cerv.) en la Región Chichimeca de San Luis de la Paz, Guanajuato. Tesis de Licenciatura. México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Syahruni, R., Umar, A.H., Hendrarti, W. et al. (2025). Pharmacological mechanisms of active compounds from Jatropha curcas in the treatment of diabetes mellitus (DM): an integrated analysis combining network pharmacology and molecular docking approaches. Vegetos https://doi.org/10.1007/s42535-025-01496-4

Valenzuela, D. (2000). Reservorio de plantas medicinales en el sur de Sonora. Hermosillo: Universidad de Sonora.

Vega, Y.C., Hayano, C., Gámez, N. y Medina, L.A. (2021). Determination of chemical constituents and antioxidant activities of leaves and stems from Jatropha cinerea (Ortega) Müll. Arg and Jatropha cordata (Ortega) Müll. Arg. Plants 10 (2): 212.

Yetman, D.A. (2002). The guarijios of the Sierra Madre. Hidden people of northwestern Mexico. Albuquerque: The University of New Mexico Press.

Yetman, D.A. y Van Devender, T.R. (2002). Mayo ethnobotany. land, history and traditional knowledge in northwest Mexico. Berkeley: University of California Press.

Zengin, G., Mahomoodally, M.F. et al. (2021). Chemical composition and biological properties of two Jatropha species: Different parts and different extraction methods. Antioxidants 10: 792.

RESÚMENES DE PONENCIAS

Tóxicos en el polen: amenazas compartidas entre polinizadores y humanos

María del Carmen Martínez Valenzuela, José de Jesús Huichapan Martínez, Iván González Peimbert.
[1] Laboratorio de Genotoxiología, Universidad Autónoma de Occidente. Contacto: maria.martinezv@uadeo.mx

Resumen

El polen constituye un elemento esencial en los ecosistemas terrestres, actuando como fuente primaria de nutrientes para numerosos polinizadores, entre ellos las mariposas. Sin embargo, evidencias científicas recientes han demostrado que este recurso puede funcionar como un vector de contaminantes ambientales, incluyendo plaguicidas, metales pesados, microplásticos y compuestos orgánicos persistentes. La incorporación de estos contaminantes ocurre a través de distintos mecanismos, como la absorción radicular por las plantas, la deposición atmosférica o el contacto directo con agroquímicos aplicados en los cultivos. Esta contaminación representa una amenaza creciente tanto para la biodiversidad como para la salud humana. El objetivo de esta investigación fue analizar la presencia de tóxicos en el polen derivados de actividades antropogénicas y evaluar sus efectos sobre los polinizadores, así como sus posibles implicaciones en la salud humana. Los resultados muestran que la exposición crónica al polen contaminado provoca alteraciones fisiológicas, conductuales e inmunológicas en los polinizadores. En las mariposas, se ha observado una disminución en la tasa de supervivencia larval, reducción del éxito reproductivo y alteraciones en los patrones de vuelo y orientación. Estas respuestas biológicas, combinadas, conducen a la reducción de poblaciones y a la pérdida de funcionalidad en las redes de polinización. Asimismo, el polen contaminado puede representar un riesgo indirecto para la salud humana, ya sea por la ingestión de productos apícolas o por la exposición aérea a partículas de polen combinadas con contaminantes atmosféricos. En conjunto, estos hallazgos subrayan la necesidad de fortalecer la regulación ambiental sobre el uso de agroquímicos, desarrollar estrategias de mitigación de la contaminación atmosférica y promover prácticas agrícolas sostenibles que salvaguarden la salud de los polinizadores y, en última instancia, la estabilidad ecológica y el bienestar humano.

Conservación y Restauración de la Población de Mariposas en el Municipio de Angostura, Sinaloa

Wendy Ruelas López, Daniela Yarazeth Buelna Sotelo, Martha Silvia López Castro, Xénesys Viktoria Ximena Haros Castro. Contacto: wendyruelas25@gmail.com
Fundación para la Cultura y El Medio Ambiente, Antonio Cruz Núm. 97, La Esperanza, Ang. Sin. CP: 81625

Resumen

El proyecto "Conservación y Restauración de la Población de Mariposas en el Municipio de Angostura, Sinaloa" surge ante la disminución de mariposas por la degradación del hábitat, uso de agroquímicos, cambio climático y escasa conciencia ambiental. Las mariposas, bioindicadores esenciales, son clave en la polinización y el equilibrio ecológico. En Angostura, la pérdida del 30% de los ecosistemas naturales (CONABIO) ha reducido significativamente a los polinizadores. El proyecto busca restaurar hábitats, disminuir pesticidas, fomentar la educación ambiental y promover políticas locales de conservación, en concordancia con los ODS 4, 12, 13 y 15. Mediante la Investigación-Acción Participativa y el marco lógico, se involucró a comunidades locales en diagnóstico, implementación y evaluación. Se realizaron talleres, restauración con plantas nativas, promoción agrícola sostenible y monitoreo ambiental. Entre los resultados destacan la creación de cinco corredores biológicos y tres micro-reservas, un invernadero con 200 plantas hospederas, la capacitación de 500 agricultores y 1,000 estudiantes, y acuerdos con 50 productores para reducir 30% el uso de pesticidas. El Proyecto Mariposa 2025 demuestra que la conservación y el desarrollo social pueden coexistir. Su enfoque integral ecológico, social y educativo sienta bases para políticas públicas y modelos replicables de conservación y sustentabilidad en Sinaloa y México.

Discriminación espectral interespecífica en mariposas del género Heliconius desde el sistema visual de *Heliconius erato*

Debbora Ained Iñiguez-Urrea[1], Luis Felipe Mendoza-Cuenca.
[1]Universidad de Sonora, Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas. Contacto: deb.iniguez16@gmail.com

Resumen

La tribu Heliconiini comprende cerca de 80 especies de mariposas neotropicales, entre ellas el género Heliconius, notable por su diversidad y relevancia en estudios sobre mimetismo y coloración aposemática, siendo este grupo el objeto de estudio del presente trabajo. Su análisis resulta justificado debido a que, aunque el mimetismo ha sido ampliamente abordado desde la perspectiva de los depredadores, se desconoce si las propias mariposas pueden distinguir entre especies que comparten un mismo patrón de coloración, lo que permitiría entender mejor la evolución y funcionalidad del mimetismo. Con el objetivo de evaluar la capacidad del sistema visual de *Heliconius erato* para discriminar entre especies del mismo género a partir de diferencias en el color amarillo de las alas, se analizaron machos y hembras de nueve especies con manchas amarillas en el ala anterior (*H. atthis, H. charitonia, H. doris, H. hecale, H. hewitsoni, H. hortense, H. ismenius, H. melpomene y H. numata*). Los fundamentos teórico-prácticos se basan en la medición de la reflectancia espectral mediante espectrofotometría UV-VIS y el análisis de los datos con el paquete PAVO en R, que permite calcular distancias cromáticas y acromáticas considerando la sensibilidad visual de Heliconius. Los resultados mostraron una variación interespecífica significativa en las firmas espectrales del color amarillo, evidenciando que el sistema visual de *H. erato* puede discriminar entre diversas especies, incluso dentro de un mismo anillo mimético, aunque en ciertos casos la discriminación no fue posible, lo que sugiere un mimetismo más preciso. En conclusión, el mimetismo no implica uniformidad espectral total y la propuesta de esta ponencia es aportar evidencia sobre cómo las diferencias perceptibles desde la visión de las propias mariposas pueden influir en la evolución de las señales miméticas, ampliando la comprensión del mimetismo desde una perspectiva interespecífica.

Metamorfosis compartida:
Conservación y saber artesanal en torno a la polilla cuatro espejos

Ana Laura Aguilar Torres, Jorge Esteban Amézquita Murillo,
Yahel Ulises Estrella Ríos, Martín Ulises Sarabia Méndez.
Centro Cultural Yo'o Joara

Resumen

El presente trabajo expone el proceso de investigación y vinculación desarrollado por el Centro Cultural Cócorit A.C., a través del Yo'o Joara y su mariposario *Baisebolim Toosa*, en torno a la conservación de la polilla cuatro espejos (*Rothschildia cincta*), especie de relevancia biocultural para los pueblos mayos y yaquis del sur de Sonora. La investigación se sustenta en una serie de entrevistas realizadas a artesanos tradicionales que elaboran los teneboim o sonajas ceremoniales, empleando los capullos de la polilla, elementos fundamentales en las danzas rituales y en la transmisión del conocimiento ancestral. El estudio propone una lectura integral del fenómeno, articulando el conocimiento científico, centrado en la reproducción, manejo y seguimiento de la especie desde el laboratorio, con el saber tradicional que regula la recolección, el respeto al ciclo de vida y la dimensión simbólica del capullo en las prácticas culturales. A partir de esta convergencia, el proyecto plantea la conservación como un proceso biocultural sustentado en la confianza y la reciprocidad entre comunidades portadoras y entidades culturales. Como resultado, se presenta una compilación audiovisual que reúne fragmentos de las entrevistas realizadas a los artesanos, donde se documentan los modos de obtención, significado y uso ritual del teneboim, así como las percepciones sobre el trabajo en mariposarios que incorporan acciones con la polilla cuatro espejos. Esta integración de testimonio, ciencia y memoria pretende contribuir al reconocimiento del vínculo entre biodiversidad, patrimonio inmaterial y continuidad cultural en el noroeste de México.

Palabras clave: patrimonio biocultural, polilla cuatro espejos, teneboim, conocimiento tradicional, artesanos mayos y yaquis, conservación comunitaria.

Rothschildia cincta cincta como recurso didáctico en la educación ambiental

León Verdugo Judith Selene. Jardín Botánico Benjamin Francis Johnston.
judith_bio2012@hotmail.com

Resumen

El uso de recursos biológicos con potencial lúdico y didáctico se presenta como una estrategia innovadora que permite fortalecer el aprendizaje significativo y fomentar la valoración de la biodiversidad local. Entre estos recursos destaca *Rothschildia cincta cincta* (*R. cincta cincta*), una mariposa de gran atractivo visual y con un valor ecológico y cultural en el noroeste de México. El objetivo es promover la conservación de *R. cincta cincta* mediante la implementación de prácticas educativas vinculadas a los campos formativos en educación básica. El trabajo se desarrolló en el Mariposario del Jardín Botánico Benjamin Francis Johnston, como una investigación mixta longitudinal durante el periodo 2020-2024. La metodología se estructuro en 5 etapas: revisión de contenidos que promueve la Nueva Escuela Mexicana (NEM) para educación básica, articulación de la biología de *R. cincta cincta* con los campos formativos para cada fase, diseño y elaboración de programas educativos e implementación y evaluación. Se ejecutaron cinco programas educativos vinculados a tres campos formativos. Se registró la participación de más de 6,500 alumnos de educación básica, destacando la fase dos, provenientes de escuelas públicas y privadas de la región. Los temas de mayor interés fueron el ciclo de vida de la mariposa, el reconocimiento de plantas hospederas y la liberación de mariposas. Los programas con incorporación *de R. cincta cincta* ofrecen múltiples posibilidades para vincular el conocimiento científico y el desarrollo sensorial y emocional de los alumnos, lo cual favorece a la sensibilización y la posibilidad de conservación de la especie. Los docentes manifiestan que las experiencias en el mariposario favorecen a la comprensión de procesos biológicos y fortalecieron competencias actitudinales relacionadas con el cuidado del entorno.

Evaluación proximal de *Jatropha cinerea*: determinación de humedad, ceniza y proteína como indicadores de calidad y composición

Maritza Noemi Valdenebro González[1]; Joe Luis Arias Moscoso[1]; Francisco Cadena Cadena[1]; Ofelda Peñuelas Rubio[1], Leandris Argentel Martínez[1], Alba Rocío Ochoa Meza[1], Ana Laura Aguilar Torres[2]
[1]Instituto Tecnológico del Valle del Yaqui, Block 611, Bácum, San Ignacio Río Muerto, Ciudad Obregón, Sonora, México.
[2]Centro cultural Yo´o Joara, Cócorit, Sonora, México. Correo electrónico: joe.am@vyaqui.tecnm.mx

Resumen

La caracterización bromatológica de *Jatropha cinerea* es fundamental para conocer su calidad y composición química, lo que permite valorar su potencial en la alimentación de organismos como larvas de insectos y en aplicaciones agrobiotecnológicas. La determinación de parámetros como humedad, ceniza y proteína ayuda a comprender cómo las condiciones ambientales influyen en su valor nutricional y funcional. Estos análisis son esenciales para formular dietas, comparar especies y establecer criterios de calidad en la industria agroalimentaria. En conjunto, este estudio resalta la importancia científica y ecológica de *J. cinerea* como recurso vegetal con aplicaciones sostenibles.

Restauración de espacios urbanos degradados con flora nativa en el norte de Sinaloa: Caso Jardín Botánico Benjamin Francis Johnston

Javalera Mendoza Angel Eduardo, Castañeda de los Santos Gustavo
Departamento de Educación Ambiental, Jardín Botánico Benjamin Francis Johnston.
Boulevard Antonio Rosales #750 sur col. Centro Los Mochis, Sinaloa cp: 81200.
educacion.ambiental@jbbfj.org

Resumen

En la última década se ha reportado el incremento en el deterioro ambiental a causa de la disminución de cobertura vegetal en espacios urbanos, lo cual repercute en la biodiversidad y salud socioemocional. A esto, se suman otras problemáticas como el cambio de uso de suelo, el uso desmedido de pesticidas, entre otras, contribuyendo al cambio climático y a la disminución de flora nativa tras el desplazamiento por especies invasoras. La Nueva Escuela Mexicana (NEM), promueve una sólida conciencia ambiental que favorece la protección y conservación del entorno, la prevención del cambio climático y el desarrollo sostenible, partiendo del reconocimiento del territorio, así como problemáticas locales que incluyan acciones a corto y mediano plazo por parte de la comunidad educativa. El proyecto planteó la creación de jardines polinizadores con vegetación nativa en espacios públicos incorporando contenidos planteados en los campos formativos de la NEM para lograr un aprendizaje significativo. Se eligieron al azar 5 escuelas del norte de Sinaloa, la metodología consideró: 1, planteamiento y socialización del proyecto escolar; 2, valoración del sitio para la determinación de especies adecuadas; 3, diseño de matriz de intervención considerando contenidos para cada fase; 4 ejecución de la intervención con la comunidad educativa; 5, evaluación para determinar la supervivencia de ejemplares y el cumplimiento de aprendizajes. Las intervenciones se realizaron durante el verano, se plantaron 377 individuos (1 a 2 años) de 25 especies nativas con la participación de 300 personas, quienes manifestaron el compromiso para su cuidado, el cual se refleja en más del 70% de supervivencia a un año de su instalación. La implementación de jardines polinizadores en escuelas, favorece a crear escenarios de aprendizaje para los docentes, conocer sobre el territorio y biodiversidad local, promueve sentido de pertenencia y de cuidado del entorno, desarrollando habilidades socioemocionales que contribuyen al bienestar integral.

Guía de polinizadores y visitantes florales

Castañeda de los Santos Gustavo[1], Mance García Juan Esteban[1]
[1]Departamento de Educación Ambiental, Jardín Botánico Benjamin Francis Johnston
Boulevard Antonio Rosales #750 sur col centro, Los Mochis, Sinaloa cp:81200
educacion.ambiental@jbbfj.org

Resumen

Los polinizadores son esenciales en nuestro ambiente. Diversos organismos como abejas, avispas, mariposas, colibríes y murciélagos al alimentarse del néctar trasladan el polen de una flor a otra, lo que hace posible su reproducción y por consecuente la formación de frutos y semillas. Los polinizadores son responsables de la reproducción sexual de más del 80% de las plantas vasculares terrestres. El objetivo del proyecto fue documentar los polinizadores y visitantes florales en el Jardín Etnobiológico (JEB) Juyya Áannia de Sinaloa, el cual destaca por contar con flora nativa local entre sus siete colecciones o saberes de conocimiento vinculado al Pueblo Yoreme-Mayo. Se realizaron recorridos de avistamiento de junio a octubre de 2024, dichos meses refieren a la época con mayor presencia de organismos favorecidos por las lluvias. Se considera el horario matutino (8:00 – 12:00 hrs) puesto que la actividad de fauna es inducida por el calor y el desprendimiento de aromas de las flores, hacia la búsqueda de su alimento. Se registraron 41 especies, de las cuales, 37 corresponden a insectos, este grupo fue el más representativo, con 30 especies de lepidópteros (mariposas), 4 de himenópteros (abejas) y 3 de coleópteros; por otra parte, se documentaron 3 especies de aves, los cuales corresponden a colibríes y, finalmente, 1 mamífero (murciélago) con mayor frecuencia en las cactáceas. La documentación fue relevante para evidenciar la presencia e interactividad de polinizadores, así como el preferitismo sobre la flora local. La información recabada fue fundamental para editar la guía de polinizadores y visitantes florales que contribuya al acceso universal al conocimiento en formato físico y digital, la cual funja como referencia para ampliar el conocimiento de la biodiversidad local, así como generar réplicas de jardines que favorezcan a la coexistencia de dichos organismos, aunado a incidir en la mitigación de otras problemáticas ambientales.

Métodos pre-germinativos de *Lophocereus schottii* (Engelm.) Britton & Rose especie de importancia biocultural para la conservación en Sinaloa

Mundo Orduño Cecilia[1], Castañeda de los Santos Gustavo[2]
[1]Responsable de herbario, [2] Responsable técnico, Jardín Botánico Benjamin Francis Johnston.
Blvd. Antonio Rosales #750 sur col centro, Los Mochis, Sinaloa cp: 81200
herbario@jbfj.org

Resumen

Lophocereus schottii se distribuye en el matorral xerófito de Sonora, Arizona, Baja California y Sinaloa (Padrón et al., 2012). Debido al cambio de uso de suelo y otros factores que amenazan su hábitat, se encuentra sujeta a Protección Especial (Pr), NOM-059-SEMARNAT-2010, por lo cual requiere de un plan de manejo ex situ e in situ. La Unidad de Manejo Ambiental SEMARNAT-UMA-IN0125-SIN del Jardín Botánico Benjamin Francis Johnston, plantea metas para fortalecer las redes de producción sostenible de plantas nativas, promoviendo su conservación, propagación y aprovechamiento responsable. El objetivo fue evaluar la eficacia de cuatro métodos pre-germinativos en *Lophocereus schottii*. Se implemento la escarificación con agua oxigenada al 3% durante una hora; imbibición en agua destilada por 24 h; inmersión en agua caliente a 60 °C 1h, aplicación de bioestimulante (Germiprotec), además del testigo. Para la siembra se emplearon dos tipos de sustratos: 1) peat moss (70%), vermiculita (30%), 2) tierra (20%), jal (30%), peat moss (20%) y vermiculita (30%). Cada tratamiento de 30 semillas fue replicado en tres siembras consecutivas con un intervalo de siete días en condiciones ambientales naturales, entre abril y mayo de 2025. El tratamiento con agua oxigenada en sustrato 1 y tercera siembra, presento 63% de germinación; seguido de la inmersión en agua caliente, sustrato 2, tercera con un 53%; mientras que el testigo manifestó un 50% de germinación en la segunda siembra con el sustrato 2. Los demás tratamientos presentaron menos del 50%, siendo nulo el de agua oxigenada, siembra 2, sustrato 2. La implementación de métodos pre-germinativos es viable para *Lophocereus schottii* evidenciando la importancia de seleccionar adecuadamente el tratamiento, sustrato, y época de siembra, el cual repercutirá significativamente en el aprovechamiento de germoplasma cuando es escaso, asimismo, es recomendable analizar otras variables que pudieran intervenir en la mejora de resultados.

AGRADECIMIENTOS

El Comité Organizador del 2º Simposio REDEMAR 2025 expresa su más profundo agradecimiento a todas las personas e instituciones que hicieron posible la realización de este encuentro. Su apoyo, compromiso y participación resultaron esenciales para consolidar un espacio de diálogo, colaboración y fortalecimiento de la conservación biocultural en el noroeste de México.

Agradecemos de manera especial al Centro Reproductor de Especies Marinas del Estado de Sonora (CREMES), ubicado en Bahía de Kino, por su invaluable acompañamiento local y su disposición para facilitar actividades logísticas, operativas y de vinculación comunitaria durante el evento.

Extendemos también nuestro reconocimiento al Gobierno del Estado de Sonora, cuyo respaldo institucional refuerza la importancia de promover iniciativas de educación ambiental, participación social y conservación de la biodiversidad. De igual forma, agradecemos a la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (Secihti) por su apoyo en la articulación académica, la promoción de la ciencia en la región y la difusión del simposio.

Nuestro agradecimiento se dirige también a las instituciones anfitrionas y colaboradoras: la Universidad Tecnológica de Hermosillo (UTH), impulsora de la sede RENATURA Sonora – Jardín Etnobiológico del Desierto; y a la Universidad de Sonora (UNISON), cuyo compromiso y participación activa fortalecieron el desarrollo de las actividades académicas, logísticas y de divulgación.

Reconocemos con especial gratitud a las y los ponentes que compartieron sus experiencias, investigaciones y saberes; a las y los estudiantes, cuya participación entusiasta aportó dinamismo y nuevas perspectivas; y a las y los voluntarios, cuyo apoyo operativo y dedicación fueron fundamentales para el éxito del simposio.

Finalmente, reconocemos a todas las personas y proyectos que brindaron colaboraciones especiales, ya sea mediante la gestión de actividades, la generación de contenidos, la facilitación de espacios o el acompañamiento institucional y comunitario. Cada contribución fortaleció el espíritu colaborativo que caracteriza a REDEMAR.

A todas y todos, nuestro más sincero agradecimiento. Este simposio es el resultado de un esfuerzo colectivo que reafirma la importancia de trabajar juntos por la conservación biocultural del noroeste de México.



REdeMAR
RED DE MARIPOSARIOS DEL NOROESTE DE MÉXICO

EVIDENCIA FOTOGRÁFICA

2DO. SIMPOSIO DE MARIPOSARIOS

"Cultivando saberes y biodiversidad"

CONFERENCIAS












UES
POLINIZACIÓN EN EL DESIERTO
Polinización diurna vs. Polinización noctur
La polinización nocturna permite a las plan
os recursos con los polinizadores diurnos y
que es vital para su supervivencia en el de
Vs












Remotura Sonora
REdeMAR
2DO SIMPOSIO DE
MARIPOSARIOS


Sociedad







SIMBOLISMO: Nar
tarahumaras, ya q








Eclosió
Aliment
Cosech
Calend
Bitacor
Cienci


REdeMAR
2DO SIMPOSIO DE
MARIPOSARIOS

CARTELES


Métodos pre-germinativos de Lophocereus schottii (Engelm.) Britton & Rose especie de importancia biocultural para la conservación en Sinaloa
Rothschildia cincta cincta como recurso didáctico en la educación ambiental


Restauración de espacios urbanos
con flora nativa en el norte de Sinaloa.
Caso Jardín Botánico Benjamin Francis Johnston
Rothschildia cincta cincta como recurso
didáctico en la educación ambiental


METODOLOGÍA
REFERENCIAS
AGRADECIMIENTOS
Ciencia y Tecnología


REdeMAR
2DO SIMPOSIO DE
MARIPOSARIOS
"Cultivando Saberes
y Biodiversidad"
30 y 31 de octubre 2025
Hermosillo y Bahía de Kino, Sonora
Ciencia y Tecnología


REdeMAR
2DO SIMPOSIO DE
MARIPOSARIOS
"Cultivando Saberes y Biodiversidad"

STANDS



VISITA BAHÍA DE KINO



MARIPOSARIOS DEL NOROESTE DE MÉXICO

"CULTIVANDO SABERES Y **BIODIVERSIDAD**"

1.ª edición 2026



9 786076 947050

REGISTRO ISBN