

EXPERIENCIAS DEL JARDÍN BOTÁNICO BENJAMIN FRANCIS
JOHNSTON EN EL MANEJO SUSTENTABLE DE *ROTHSCHILDIA CINCTA*
CINCTA

EXPERIENCES OF THE BOTANICAL GARDEN BENJAMIN FRANCIS
JOHNSTON ON THE SUSTAINABLE MANAGEMENT OF *ROTHSCHILDIA*
CINCTA CINCTA

Judith Selene León-Verdugo¹ y Gustavo Castañeda-de los Santos²

Resumen

En el estado de Sinaloa, México, la mariposa cuatro espejos (*Rothschildia cincta cincta*) tiene una amplia distribución, desde el sur colindando con Nayarit y en la parte norte con Sonora, cuya región manifiesta un arraigo con la etnia Yoreme-Mayo, tras aprovechar los capullos producidos por la mariposa para la elaboración de tenábaris como parte de la indumentaria que da identidad y pertenencia. Sin embargo, en los últimos años se ha observado un incremento en la vulnerabilidad de la especie debido a las presiones antropogénicas, las cuales inciden con el cambio de uso de suelo, la extracción desmedida de capullos, aunado a los cambios naturales que se ejercen en dichos ecosistemas. Por lo cual, es importante

implementar estrategias que promuevan su conservación y prevalezca también la riqueza biocultural de la región.

El presente trabajo, expone las experiencias del Jardín Botánico Benjamin Francis Johnston en el estudio de *Rothschildia cincta cincta* en vida silvestre, así como su comportamiento en cautiverio. Durante siete años ininterrumpidos, se ha establecido una metodología para la crianza ex situ en jardín botánico y se ha documentado el estatus de las poblaciones silvestres en algunas zonas de Ahome, Sinaloa. Por otra parte, se ha replicado la crianza en comunidades indígenas y la información documentada se ha divulgado con la sociedad.

La contribución de información científica debe incidir en las políticas públicas como la

¹ Coordinadora de áreas educativas, Jardín Botánico Benjamin Francis Johnston. recinto.educativo@jbbfj.org

² Jefe de departamento de educación ambiental, Jardín Botánico Benjamin Francis Johnston. educacion.ambiental@jbbfj.org. Jardín Botánico Benjamin Francis Johnston; Boulevard Antonio Rosales, 750 sur, colonia Centro, Los Mochis, Sinaloa. CP: 81200; www.jbbfj.org

NOM-059-SEMARNAT-2010, la cual permita implementar estrategias de manejo sustentable de las especies vulnerables y valorar esos sitios como áreas prioritarias para la conservación de la riqueza biocultural.

Palabras clave: *Rothschildia cincta cincta*, zocriadero, conservación, tenábari, bioculturalidad.

Abstract

In the state of Sinaloa, México, butterfly four mirrors (*Rothschildia cincta cincta*) has a wide distribution adjoining with Nayarit on the south and with Sonora on the north side, in which región manifests an ingrain with ethnicity Yoreme-Mayo since they use the cocoons produced by the butterfly for the elaboration of tenábaris as part of their costume, that gives them identity and belonging. However, in the last years it has been observe dan increase on the vulnerability of the specie due to anthropogenic pressure which incise with the land-use change, the excessive extraction of cocoons, coupled with the natural changes that are exerted in these ecosystems. For those reasons, it is important

to perform strategies that promote its conservancy as well as the prevalence of the biocultural richness on the region.

The present work exposes the experiences of Botanical Garden Benjamin Francis Johnston in the study of *Rothschildia cincta cincta* in wildlife, as well as its behaviour in captivity. During seven uninterrupted years, we have been established a methodology for the reproduction *ex situ* in this botanical garden and it has been documented the wildlife population status in a few areas in Ahome, Sinaloa; moreover, we have replicated his reproduction in indigenous communities and the documented information has been divulgated to society.

The contribution of scientific information must have an impact with the public politics such as NOM-059-SEMARNAT-2010, which permit the implement strategies of sustainable management of vulnerable species and value this sites as a priority areas for the conservancy of biocultural richness.

Key words: *Rothschildia cincta cincta*, butterfly farm, conservation, tenábari, bioculturality.

INTRODUCCIÓN

El Jardín Botánico Benjamin Francis Johnston (JBBFJ), cuenta con una extensión de 16 hectáreas, y se localiza en la ciudad de Los Mochis, cabecera del Municipio de Ahome, ubicada en el noroeste del estado de Sinaloa (N 25°47'20.6"- W 109°00'17.0"). Dicho jardín data del año 1900 y en 2004 se declara ante cabildo como reserva ecológica y patrimonio histórico del municipio (Compeán, 2012).

El JBBFJ privilegia la conservación de su colección botánica, la cual alberga más de 700 especies de flora nativa y exótica (Castañeda, 2019). Las especies más abundantes corresponden a las familias: arecaceae, fabaceae, cactaceae y euphorbiaceae, siendo esta última representada en el estado de Sinaloa por el género *Jatropha*.

La importancia del género *Jatropha* en Sinaloa, específicamente *Jatropha cinerea* (*J. cinerea*), *Jatropha cardiophylla* y *Jatropha cordata*, proveen la base de alimentación para la mariposa cuatro espejos *Rothschildia cincta cincta* [(*R. cincta cincta*)(Figura 1)], especie que forma parte de las cosmoviones de la etnia

Yoreme-Mayo, quienes junto con los Yaquis de Sonora son descendientes de los Cahítas, los cuales durante la época colonial, se extendieron en los márgenes del Río Mayo, en el sur de Sonora, hacia la sierra y al norte de Sinaloa, (Moctezuma y López, 2007).



Figura 1. Imago de *R. cincta cincta*.

Para los Yoreme-Mayo, su vida gira en torno al “Juyya Ánnia” (el monte) proveedor de alimento para el cuerpo, alma y espíritu (López, 2013). Asimismo, se relacionan material y espiritualmente. Su vida está rodeada de rituales para celebrar la vida y la muerte, siendo la mariposa cuatro espejos fuente para elaborar tenábaris (capullos rellenos con piedras y confeccionados con hilo en forma de collar, que se colocan en los pies de los danzantes), como parte de la indumentaria tradicional de los danzantes pascolas y venados (Márquez, 2007).

La mariposa es dependiente de la estación lluviosa del verano, lo cual favorece a la procreación de hasta 4 generaciones al año y llegado el invierno, las pupas no emergidas entran en diapausa, lo cual permitirá la continuidad del ciclo en la siguiente temporada. Cabe mencionar que el hábitat de la planta hospedera (*J. cinerea*) se correlaciona con la distribución de la mariposa, atribuyéndose a los bosques secos y tropicales caducifolios en el noroeste de México, situados en Sonora, Baja California Sur, Sinaloa, Nayarit y Chihuahua (Peigler y Opler, 1993; Peigler y Maldonado, 2005), así como el suroeste de EU.

En los últimos años, diversos factores han ocasionado una reducción de las poblaciones de la especie, por ello, se han emprendido investigaciones específicas como las realizadas por Márquez, et al., (2010) sobre la distribución espacial de larvas de *R. cincta cincta* (lepidoptera: saturniidae), en el bosque espinoso de Sinaloa. En dicha investigación, se encontró una disminución de larvas en los sitios monitoreados: Ejido Culiacán, Las Arenitas, Ponce, Altata, Altamura, Tachichilte, Macapule y El Jitzámuri, que conformaron el 57 %; por el contrario,

no se registró densidad de larvas en los sitios de Nicolás Bravo, El Tambor, Costa Azul, Bella Vista y Las Glorias, que conformo el otro 43%. La densidad de larvas de *R. cincta cincta* fue de 71 individuos, que enmarcado en el total de las 140 áreas de 400 m², se obtuvo una abundancia baja, con 0.507 por cada unidad de muestra, lo que indica una reducción de los sitios de su distribución.

Con la finalidad de conocer la reducción en la abundancia de las poblaciones de *R. cincta cincta*, Salomón y Márquez (2015), aplicaron el Método de Evaluación de Riesgo (MER) como instrumento normativo. Derivado del estudio, se obtuvieron valores significativos para incluir a la especie en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Los autores concluyeron que la categoría de Amenazada (A), proporciona un panorama de vulnerabilidad en la naturaleza, indicando elementos que inciden negativamente en su viabilidad, ocasionando deterioro o modificación de su hábitat, así como la reducción del tamaño de sus poblaciones. La solicitud fue sometida a SEMARNAT en 2016 y la resolución fue publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF) en noviembre del 2019, siendo el segundo insecto del país en incorporarse a la norma.

Dada la importancia biológica y cultural de *R. cincta cincta*, y de las investigaciones realizadas, se establece en 2013 un zoológico en el JBBFJ, en el cual se encaminan acciones para conservar, preservar y divulgar la riqueza biocultural del noroeste de México con base a esta emblemática especie.

Dichas acciones fortalecen a los organismos e instituciones pioneros que han contribuido con aportaciones científicas como base fundamental para la protección de los recursos naturales. Sin embargo, se requiere de un mayor esfuerzo y de generar más alianzas para lograr un impacto de mayor alcance.

MÉTODOS Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

Dentro de las acciones encaminadas a la protección de *R. cincta cincta*, el JBBFJ ha implementado cuatro líneas de acción:

Plan de manejo de *R. cincta cincta* en cautiverio

El JBBFJ, consideró en el 2013, la instalación de un zoológico para la crianza de *R. cincta cincta*. A diferencia de las mariposas diurnas, donde su comportamiento y manejo es relativamente sencillo, la mariposa cuatro espejos presenta ciertas peculiaridades biológicas, aunado a las condiciones climáticas extremas de su área de distribución, donde el establecimiento de un plan de

manejo permitirá documentar el comportamiento en cautiverio, el cual consta de los siguientes aspectos:

1. Infraestructura. Se cuenta con una superficie de 150 m² aproximadamente, incluye un área de vuelo cubierto con malla antiáfidos, entrada con antesala y puerta de servicio, vegetación abundante incluyendo las plantas hospederas, una fuente de agua para proporcionar humedad, un laboratorio para el manejo de ejemplares en los primeros estadios, una pequeña oficina y una zona de resguardo de materiales e insumos.

2. Factores ambientales. La temperatura y humedad determinan el inicio de reproducción de *R. cincta cincta*. Para su monitoreo se cuenta con dispositivos de medición, cuyos datos se registran en bitácoras de control.

3. Pie de cría. Se obtiene mediante colectas de capullos en el medio silvestre, así como intercambio con los colectores para favorecer a la variabilidad genética. En ambos casos se verifican las condiciones de estos, para evitar la introducción de parasitoides.

4. Apareamiento y ovoposición. Consiste en la integración de jaulas para el resguardo de adultos, la selección y sexado de ejemplares, así como la colecta y conteo de huevecillos.

5. Alimentación y manejo de larvas. Considera la formación de lotes de larvas posterior a la emersión, alimentación, separación en contenedores de acuerdo con el estadio, limpieza y desinfección de superficies y contenedores.

6. Cosecha y resguardo de capullos. Considera la colecta de capullos al interior de los viveros y la categorización de acuerdo con las condiciones de estos (cargados o vacíos).

7. Manejo de planta hospedera. Consiste en la producción de *J. cinerea* para alimentación de larvas, así como el manejo integrado de plagas.

Implementación de criaderos de *R. cincta cincta* en comunidades indígenas

El JB ha buscado incidir no solo al interior del espacio, sino en las comunidades donde se manifiestan dichas problemáticas, por ello, en 2014 se planteó el establecimiento de tres viveros para la producción de *J. cinerea* mediante el programa “Generación de empleos temporales”, a cargo de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y administrado por el Patronato Sociedad Jardín Botánico de Los Mochis, IAP.

El programa consideró la capacitación de pobladores de las comunidades de El Refugio (sindicatura de Higuera de Zaragoza), Camayeca y Nuevo San Miguel (sindicatura de San Miguel Zapotitlán) en el municipio de Ahome, Sinaloa. La temática se refirió a la producción en cautiverio de la mariposa cuatro espejos

para la obtención de capullos de manera sustentable y disminuir el riesgo de colecta en vida silvestre, donde las poblaciones son escasas.

La capacitación se centró en el siguiente contenido:

a) Generalidades. Objetivo: sensibilizar a las personas acerca de la problemática que atraviesa *R. cincta cincta* así como las posibles alternativas para su conservación.

Contenido: Problemática en vida silvestre, estrategias para la conservación en cautiverio y manejo sustentable de capullos.

b) Manejo de *J. cinerea*. Objetivo: mantener en óptimas condiciones la plantación de *J. cinerea* para favorecer a la alimentación de larvas.

Contenido: Plantación, riego eficiente, fertilización orgánica, poda correctiva y preventiva, y medición de clorofila.

c) Manejo integrado de plagas. Objetivo: implementar el manejo integrado de plagas para favorecer al correcto desarrollo de *J. cinerea*.

Contenido: Identificación de plagas comunes en *J. cinerea*, aplicación de fitoextractos, control manual de plagas, repelentes orgánicos, incineración de desechos orgánicos, control manual de depredadores.

d) Mantenimiento general. Objetivo: mantener el vivero en condiciones idóneas para evitar la presencia de patógenos.

Contenido: Desmalezado, lavado de malla antiáfidos, control de acceso, reparación de malla e infraestructura general.

d) Crianza de *R. cincta cincta*. Objetivo: identificar el comportamiento y las necesidades de *R. cincta cincta* en cautiverio para favorecer a su reproducción.

Contenido: Ciclo de vida de *R. cincta cincta*, condiciones ambientales en cautiverio, cuidados y manejo en cautiverio.

La capacitación se implementó de manera independiente en cada una de las comunidades durante los meses de mayo-agosto del año 2014; cada grupo oscilaba las 20 personas de la misma comunidad y previamente se habían registrado.

Monitoreos poblacionales de *R. cincta cincta* en vida silvestre

Para contribuir con información científica acerca del comportamiento de la especie en vida silvestre, el equipo de educadores del JBBFJ han trabajado estableciendo monitoreos diurnos y nocturnos, para conocer la situación real por la que atraviesan las poblaciones de *R. cincta cincta*.

1. Monitoreos diurnos

Los monitoreos diurnos se plantearon en 2017. Para ello se propuso establecer transectos lineales de banda en las zonas de distribución registradas, que de acuerdo con Vázquez (2008), la técnica permite abarcar una mayor longitud de terreno llevando a cabo una rápida evaluación. Dicho método consiste en una tira, por lo general de 5 o 10 m de ancho, colocando una segunda línea paralela del transecto lineal original de 50 o 100 m de longitud.

Mediante Google maps (Figura 2) y de visitas de campo, se identificaron parches de vegetación nativa, para el establecimiento de los posibles sitios de monitoreo.



Figura 2. Ubicación de los sitios de monitoreos diurnos.

El área se conformó de 5 localidades en el municipio de Ahome: El Jitzámuri, La Bolsa de Tosalibampo, Las Lajitas, Bacorehuis (ubicados en zonas de marisma) y Goritos Pueblo (en sierrita), estableciendo cuatro sitios en cada localidad a una distancia mínima de 1 km (Tabla 1), que además de la topografía, la determinante fue la presencia de *J. cinerea*.

Tabla 1. Coordenadas de los sitios de muestreo por localidad

Localidad	Sitio	Coordenadas
Goros	GS1	N 25° 59' 234" -W 109° 05' 477"
	GS2	N 25° 59' 486" -W 109° 05' 582"

	GS3	N 25° 59' 375"-W 109° 05' 802"
	GS4	N 25° 59' 234"-W 109° 05' 477"
Bolsa de Tosalibampo	TS1	N 25° 07' 257"-W 109° 09' 207"
	TS2	N 25° 59' 695"-W 109° 09' 103"
	TS3	N 25° 08' 898"-W 109° 10' 77"
	TS4	N 25° 07' 257"-W 109° 09' 207"
Bacorehuis	BS1	N 25° 15' 021"-W 109° 06' 277"
	BS2	N 26° 11' 929"-W 109° 06' 277"
	BS3	N 26° 11' 963"-W 109° 08' 606"
	BS4	N 26° 11' 836"-W 109° 06' 860"
Jitzámuri	JS1	N 26° 15' 025"-W 109° 13' 82"
	JS2	N 26° 15' 025"-W 109° 13' 82"
	JS3	N 26° 12' 070"-W 109° 14' 70"
	JS4	N 26° 09' 063"-W 109° 16' 017"
Las Lajitas	LS1	N 26° 04' 114"-W 109° 23' 558"
	LS2	N 26° 03' 976"-W 109° 23' 430"
	LS3	N 26° 03' 330"-W 109° 21' 464"
	LS4	N 26° 04' 648"-W 109° 22' 831"

Los cuadrantes se trazaron de manera aleatoria, con medidas de 100 m de largo x 10 m de ancho equivalente a 1000 m² y una subparcela de 10 x 25 m (Figura 3a). En el área total se registró la presencia de capullos y abundancia de *Jatropha*, mientras que la subparcela se documentó la vegetación asociada, así como las especies dominantes (Figura 3b). Por otra parte, se integraron a la bitácora los factores ambientales como temperatura, humedad, tipo de suelo y relieve, a fin de tener elementos para analizar la posible influencia que estos pudieran ejercer en el comportamiento de la especie.

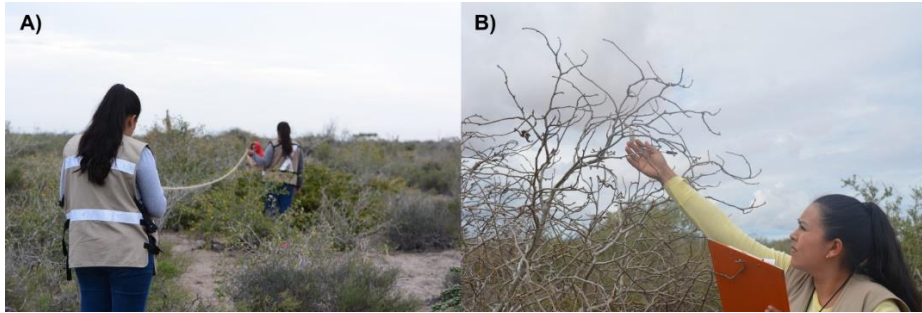


Figura 3. Monitoreos diurnos. a) Establecimiento de transecto, b) Registro de capullos.

Los monitoreos se implementaron en la temporada de otoño-invierno del 2017, período en el que la vegetación de la selva baja caducifolia y del matorral xerófito, pierde el follaje y permite mejor visualización de los capullos.

2. Monitoreos nocturnos

Se establecieron para documentar el comportamiento de poblaciones de adultos, contrastando con los resultados obtenidos en los monitoreos diurnos, tomando como referentes las metodologías implementadas en estudios de Márquez (2014), así como avistamientos realizados por habitantes de la comunidad.

El área de estudio comprendió cuatro localidades del municipio Ahome, dos de ellas (Bahía del Jitzamuri y La Bolsa de Tosalibampo), retomadas de las exploraciones diurnas y las otras dos (San Miguel Zapotitlán y El Maviri) considerando abarcar una mayor área de estudio. A pesar de contar con topografía heterogénea, la única condicionante fue la existencia de *J. cinerea*, la cual determinaría la presencia de *R. cincta cincta*.

El primer muestreo se estableció en el ejido Bacorehuis, a 1 km aproximado de la carretera México 15, con coordenadas: N 26° 11' 98" y W-109° 07' 083"; el segundo en la Bahía de El Jitzámuri, a 200 m del estero, N 26° 15' 04" y W-109° 14' 05"; el tercero sobre un arroyo del ejido San Miguel Zapotitlán, N 26°15' 04" y W-109° 14' 059" y el último a una distancia de 300 m del mar en la Playa El Maviri, N 25° 35' 17" y W-109° 07' 63" (Figura 4).

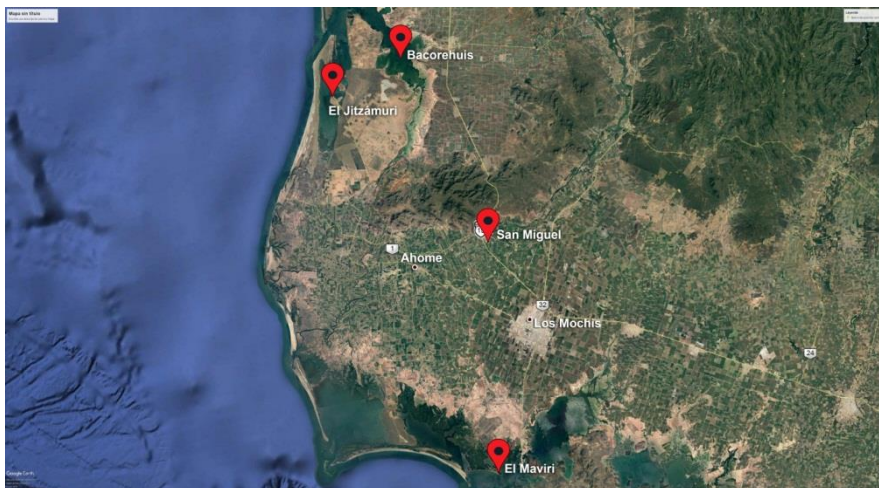


Figura 4. Ubicación geográfica de los monitoreos nocturnos en el municipio de Ahome.

A diferencia de los monitoreos diurnos, en esta práctica solo se estableció un punto por localidad. Establecidas las coordenadas en cada sitio, se instaló la trampa y el campamento considerando los siguientes criterios: área despejada de vegetación, alejada de asentamientos humanos, y sin ninguna fuente de luz externa. La intensidad lumínica juega un papel importante, por lo cual, solo se realizó en la fase de luna nueva a cuarto creciente, puesto que la oscuridad permite una mejor proyección de la lámpara, lo cual favorecería a la atracción de los insectos.

La instalación de la trampa ocurrió al ocultarse el sol, entre las 19:00 y 20:00 h; posteriormente se realizaron observaciones de la trampa hasta el amanecer (20:00 a 06:00 h). La bitácora incluía el registro de hora, temperatura (T°), humedad (H°), presencia o ausencia de mariposas, así como de otros insectos. La información documentada permitiría evaluar los valores de abundancia de hembras o machos de *R. cincta cincta* con las variables ambientales.

Intervenciones educativas sobre la bioculturalidad de *R. cincta cincta*

A través de los años de experiencia educativa, el JBBFJ ha buscado incidir en el fortalecimiento de las capacidades de las personas hacia la toma de decisiones responsables y comprometidas para vivir en armonía con su entorno. Tras la integración del zoológico y la documentación de la biología de *R. cincta cincta*, así como su relación con la etnia Yoreme-Mayo, se ha favorecido al desarrollo

de contenidos educativos, cuya intención es divulgar la riqueza biocultural de la etnia a través de *R. cincta cincta*.

Las prácticas inicialmente se enfocaban a recorridos guiados y talleres, sin embargo, con la heterogeneidad de visitantes que frecuentaban el sitio, fue necesario el planteamiento de una matriz de prácticas educativas en el año 2019 (Tabla 2), cuya finalidad era desarrollar contenidos de acuerdo con dicha categorización y a la necesidad educativa del visitante, tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 2. Matriz de intervenciones educativas relacionadas a *R. cincta cincta*

Intervención	Objetivo	Grupo al que se dirige
Recorridos interpretativos	Contemplar diversos procesos biológicos que permita valorar la biodiversidad, reconocer y apropiarse de su entorno, así como de fortalecer el vínculo de la sociedad con la naturaleza.	Escolares de todos los niveles educativos y público en general.
Talleres	Favorecer a la capacidad motriz de las personas mediante la manipulación de materiales que permitan ampliar las posibilidades de aprendizaje.	Escolares de todos los niveles educativos y público en general.
Rallys ambientales	Fomentar una técnica de aprendizaje donde el juego, los retos, las emociones y sensaciones, incidan en una actitud positiva de las personas, principalmente de jóvenes hacia la concientización de su entorno.	Jóvenes universitarios.
Charlas	Divulgar el conocimiento mediante discursos que los educadores imparten a la comunidad con temáticas específicas.	Escolares y comunidad
Conferencias	Fortalecer el conocimiento mediante el intercambio de experiencias profesionales.	Comunidad científica.
Diálogo de saberes	Compartir experiencias, formas de vida y saberes populares entre comunidades indígenas y educadores ambientales para vislumbrar el buen vivir de los pueblos originarios.	Comunidades indígenas.

Exposiciones	Exponer las técnicas y herramientas educativas que se instrumentan en el jardín botánico.	Comunidad educativa y público general
--------------	---	---------------------------------------

La diversidad de intervenciones educativas conlleva adoptar un lenguaje apropiado para cada grupo de visitantes (escolares, turistas o público general) que garantice la comprensión de los contenidos, y que posteriormente, pueda incidir en otras personas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Plan de manejo de *R. cincta cincta* en cautiverio

Durante los años de reproducción de *R. cincta cincta* en cautiverio, se han documentado las variables que pueden determinar el éxito reproductivo.

Las condiciones idóneas del zocriadero deben oscilar entre 35°C y 65% H; la malla antiáfidos favorecerá la entrada de corrientes de aire para ventilación, mientras que la fuente de agua proveerá humedad constante para estimular la emersión de los adultos (Figura 5). Por otra parte, se debe contar con abundante follaje para alimentación de larvas, así como adoptar medidas de higiene adecuadas que impidan la proliferación de patógenos.

Cabe mencionar que el laboratorio está destinado únicamente para albergar a las larvas en los primeros estadios; posteriormente serán trasladadas a los viveros de *Jatropha*.



Figura 5. a) Infraestructura del zocriadero; b) Laboratorio; c) Cópula de *R. cincta cincta*.

El ciclo biológico de *R. cincta cincta* es similar a las especies de la familia Saturniidae, presenta metamorfosis completa (huevo, larva, pupa y adulto), y tiene hábitos nocturnos con algunas peculiaridades (Figura 6):

Huevo. Es de color blanco con forma ovalada. El tamaño oscila entre 1.5 y 2.0 mm; tiene una consistencia dura que lo protege de las condiciones extremas de su hábitat y son depositados en el envés de las hojas por la hembra, quien cuenta con una glándula secretora de goma que permite adherirlos a las superficies. La cantidad de huevos depositados oscila entre 200 y 300, aunque presentan un alto porcentaje de emersión; solo un 3% logrará sobrevivir. Cabe mencionar que la hembra ya ha producido una gran cantidad de huevos previo a la cópula y los mantiene almacenados en su abdomen, por lo que independientemente de la intervención del macho, ella puede ovopositar, aunque estos no sean fértiles. De ahí la importancia de garantizar la fecundación.

Los huevos son colectados y agrupados en cajas de Petri en lotes de 50, son resguardados en el laboratorio a temperatura ambiente y próximo a su emersión (cuatro días) se introducen hojas de *Jatropha* para favorecer a su alimentación, debido a que esta especie, a diferencia de las mariposas diurnas, al nacer no se alimenta del corion (cascarón del huevo), puesto que su estructura es dura y deberá optar por la planta nutricia.

Larva. Pasan por seis estadios en el transcurso de tres semanas. Las patas presentan ventosas (estructuras de goma adherible) que les permite sostenerse de cualquier parte de la planta. Asimismo, tienden a ocultarse en el envés de las hojas para evadir a los depredadores, y si existen condiciones extremas, se resguardan y se alimentan en espacios de menor exposición.

Estadio 1. Las larvas son de color café claro, su tamaño oscila los 2mm y tienden a vagar hasta reconocer su alimento, por lo cual ocurre la primera separación de larvas emergidas.

Estadio 2. Se presenta al tercer día con la primera muda; las larvas cambian de color café a amarillo con franjas negras y empiezan a aparecer los espiráculos. Su tamaño es de 5mm y ocurre la primera separación en contenedores plásticos de 50 ml, cuyas colonias se conforman de 30 individuos.

Estadio 3. El color negro va desapareciendo y en su lugar aparece un color verde muy tenue que recubre la mayor parte del cuerpo de la larva; muda por segunda ocasión, alcanzando un tamaño que oscila entre 1 o 2 cm.

Estadio 4. Los scolus (proyección en forma de espina para defensa) presentan un color anaranjado bien definido y su tamaño oscilan los 4cm. En este estadio es necesario volver a separarlas en recipientes plásticos de 1000 ml con 5 individuos cada uno, de esta manera se evitan aplastamientos o mordeduras tras incrementar su competitividad por espacio y alimento, además de mayores cantidades de

excremento, que, aunado a la transpiración, pueden generar contaminación por hongos y bacterias.

Estadio 5. Mantienen su morfología y aumentan su tamaño 6cm, desaparece el color negro que habían adquirido en etapas anteriores. Asimismo, ingieren grandes cantidades de follaje superando por muchas veces la proporción de su tamaño. En esta fase, los responsables del manejo las preparan para transportarlas al lugar en que realizarán su transformación (viveros de *Jatropha*).

Estadio 6. Las larvas alcanzan su máximo desarrollo llegando a medir 8cm, presentan colores bien definidos (verde, lila y anaranjado) y espiráculos bien desarrollados. Asimismo, dejan de alimentarse y se preparan para la elaboración de un capullo de seda que ocurre en un tiempo aproximado de 12 horas.

Capullo/pupa. En esta fase los organismos son inactivos. A diferencia de las mariposas diurnas, que al culminar su etapa de larva se transforman en pupas o crisálidas adheridas alguna superficie, las nocturnas lo hacen ocultándose entre la hojarasca, troncos y suelo, y en caso particular de la familia Saturniidae (*R. cincta cincta*), lo hará al interior del capullo.

Otro aspecto importante de las pupas o crisálidas de las mariposas y polillas es que las primeras presentan una diversidad de formas y colores, mientras que las otras ostentan patrones definidos (colores oscuros y de consistencia dura).

La permanencia de la pupa al interior del capullo varía, puesto que en la temporada de lluvias (agosto-octubre) permanece escasas dos semanas, mientras que la última generación lo hará por 6 meses hasta a la llegada del verano, y así sucesivamente durante cada ciclo. Al tiempo inactivo se le conoce como diapausa (estado fisiológico de inactividad), puesto que los organismos detienen su metabolismo y la reserva energética almacenada será suficiente para el proceso de transformación hasta la llegada de las condiciones favorables.

Adulto o imago. Transcurridas tres semanas de la pupación, emergerán los primeros adultos inducidos por las condiciones ambientales del verano. Sin embargo, con la llegada del invierno, disminuye a medida que la planta hospedera pierde el follaje.

Los adultos presentan alas de color café o rosa claro con tres líneas en forma de encaje, una de color blanco, otra rosa y la última de color negro. La parte central de sus alas tienen membranas transparentes de forma casi triangular de aproximadamente 1cm. Asimismo presentan dimorfismo sexual, distinguiéndose por el tamaño y abdomen robustecido de las hembras, las cuales llegan a medir entre 14 y 15 cm, mientras que los machos apenas alcanzan 12 cm con abdomen delgado. Por otra parte, ambos presentan antenas plumosas de color café mayormente desarrolladas en los machos.



Figura 6. Metodología para la reproducción en cautiverio de *R. cincta cincta*.

Fuente: Elaboración propia.

Durante los años de crianza en cautiverio, se han documentado las curvas de aprendizaje, las cuales funcionan como referencia para lograr un mejor éxito reproductivo.

Consideraciones durante la crianza de *R. cincta cincta* en cautiverio

Enfermedades. Ocurren frecuentemente durante la fase larval y son causadas principalmente por bacterias, cuya sintomatología es la desorientación de los organismos, falta de apetito, cambios en el patrón de colores y finalmente la descomposición. Actualmente no existe tratamiento alguno para esos casos, procediendo a sacrificar a los organismos contaminados y desinfectar las superficies de contacto con alcohol al 70%.

Endogamia. Ocurre debido a la escasa variabilidad genética de una misma población que se han procreado por más de dos generaciones, se manifiesta con deformidades en las alas, debilidad durante la emersión, coloraciones distintas a las habituales y otros cambios morfológicos como la ausencia de alguna fenestra.

Para evitarlo, se fomenta el intercambio de material biológico entre criaderos e incorporando individuos del medio silvestre.

Sobrepoblación de larvas. Se ve influenciada por las condiciones ambientales idóneas, en la cual se manifiesta mayor éxito de emersión de larvas, superando la capacidad de carga del criadero. Para evitar el aglomeramiento, se distribuyen las larvas en contenedores de mayor tamaño y menor cantidad de individuos; asimismo, se promueven donaciones a otros criaderos.

Temperatura y humedad extremas. Repercute en la proliferación de hongos. Por ello, es importante mantener un monitoreo constante de ambas variables, sobre todo en la región de Sinaloa, donde el verano registra hasta los 45°C y 95°H. Para amortiguar dichas variables, es suficiente con airear los espacios de producción y atender puntualmente las medidas de higiene.

Escasez de alimento. Se ve influenciado por la proliferación de plagas como piojo harinoso, fumagina, trips y araña roja, existiendo un desfavorecimiento en la alimentación de las larvas, lo cual provoca estrés y daños físicos por ellas mismas, culminando con la muerte o precipitando la malformación del capullo. Para evitarlo, es necesario estimar el consumo individual de cada larva para producir suficiente planta que garantice el abastecimiento de estas, de acuerdo con la capacidad del criadero.

Implementación de criaderos de *R. cincta cincta* en comunidades indígenas

En el verano del 2014, se concretó la capacitación para la crianza de *R. cincta cincta* a 60 personas de las comunidades de El Refugio, Nuevo San Miguel y Camayeca. Dichas personas tuvieron a cargo el mantenimiento de los viveros hasta el año 2017, en que culminó el programa de “Empleo temporal”, promovido por la SEMARNAT (Figura 7).



Figura 7. Criaderos de *R. cincta cincta* en comunidades indígenas, a) Programa de empleo temporal, b) Manejo de larvas.

Durante los años de operatividad, se logró producir 53,672 capullos y las mismas personas los comercializaron con artesanos o pobladores de la misma comunidad, mientras que otra parte se trasladó al JBBFJ, a fin resguardarse como pie de cría para la próxima temporada.

La Figura 8 muestra la cantidad de capullos cosechados durante los cuatro años, siendo el 2015 el año de mayor éxito, debido a la abundancia de alimento aportado por los tres viveros. Para el año 2016, ocurrió una disminución en la producción, debido a la inhabilitación del vivero de Camayeca, que durante su operatividad fue el de mayor productividad. Por otra parte, se visualiza otro decremento para el 2017, debido a la proliferación de plagas al interior de los viveros que afectaron el follaje. Por este motivo, se optó por compensar con planta extraída del medio silvestre, sin embargo, no fue una alternativa viable, puesto que la planta pudo haberse contaminado con pesticidas aplicados en la zona, lo cual afectó al desarrollo de las larvas.

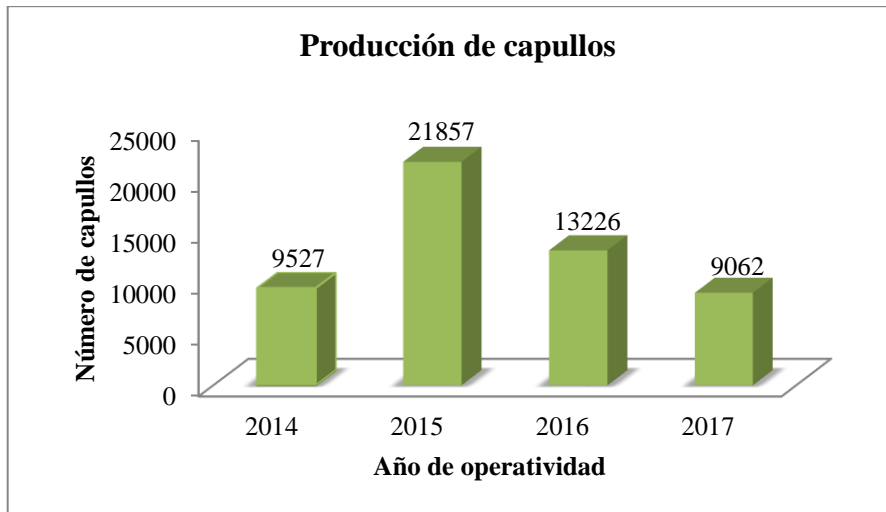


Figura 8. Producción de capullos de *R. cincta cincta* durante el periodo 2014-2017

Con base a la experiencia del JBBFJ, se demuestra la viabilidad en la implementación de dichas técnicas que favorezcan el manejo de *R. cincta cincta* en las comunidades indígenas.

Monitoreos poblacionales de *R. cincta cincta* en vida silvestre

La investigación acerca de la mariposa cuatro espejos en vida silvestre, permite generar información científica, la cual se divulga con la sociedad para sensibilizarla acerca de la importancia de estos ecosistemas, así como la gran biodiversidad que en ella habita. Eso favorecerá a la conservación no solo de las especies de flora y fauna, sino también de los saberes populares de la etnia Yoreme-Mayo, bajo la cual se basan sus cosmovisiones.

Monitoreos diurnos

Durante los monitoreos realizados en el año 2017 en las cinco (5) localidades del municipio de Ahome (Goritos, La Bolsa de Tosalibampo, Las Lajitas, El Jitzamuri y Bacorehuis), se pudo registrar la presencia de tres (3) especies de *Jatropha* que hospedan a la mariposa: *Jatropha cinerea*, *Jatropha cardiophylla* y *Jatropha cordata*, de tales especies, la *J. cinerea* es la de mayor favoritismo por la mariposa; sin embargo, a medida que esta escasea, puede optar por las demás, por lo cual, la disponibilidad de alimento no representaría una limitante para la supervivencia de *R. cincta cincta* en el medio silvestre.

Asimismo, se logró documentar la presencia de capullos (Figura 9). El total registrado fue de 92 en una superficie aproximada de 483 km², conformado por las cinco localidades. La Bolsa de Tosalibampo fue el sitio con mayor presencia (n=43), correspondiendo al 47%; seguido de Las Lajitas (n=29) con un 31%; posteriormente El Jitzámuri (n=13), representan 14%, con un porcentaje menor; 6% para Bacorehuis (n=7) y finalmente, para Goros, no se obtuvo registro.

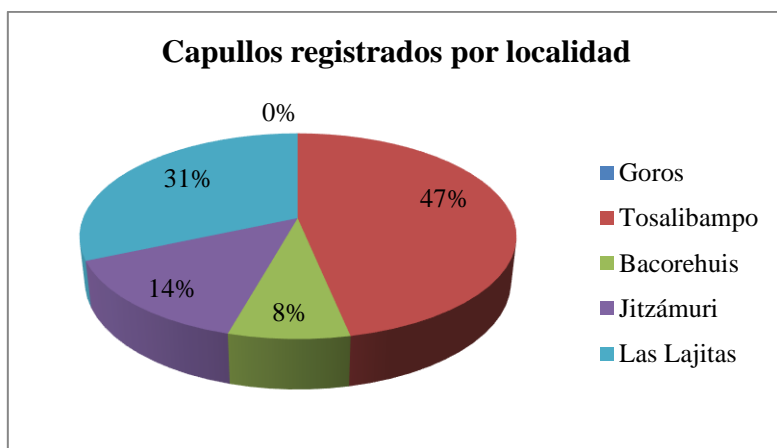


Figura 9. Capullos registrados por localidad.

Por otra parte, se pudo determinar el favoritismo del hábitat en las zonas de costa o marisma con altitud entre 1 a 14 msnm, correlacionado con la abundancia de follaje debido al tipo de suelo en que prolifera la planta hospedera y fue nulo para las elevaciones superiores de 50 hasta los 200 msnm (Tabla 3), puesto que el suelo es pedregoso, impidiendo mantener la humedad y acelerando la pérdida de follaje. Asimismo, se presentan los valores de temperatura y humedad, aunque no necesariamente sean los determinantes en la etapa de capullo.

Tabla 3. Registro de capullos de *R. cincta cincta* ante la heterogeneidad de factores ambientales

Localidad	Número de sitio	Número de capullos	Altitud (msnm)	Temperatura (°C)	Humedad (%)
Goros (Barobampo)	GS1	0	50	30	80
	GS2	0	62	38	90
	GS3	0	214	28	90
	GS4	0	60	26	80
Bolsa de Tosalibampo	TS1	2	2	39	85
	TS2	9	3	31	80
	TS3	32	12	31	85
	TS4	0	2	30	81
Bacorehuis	BS1	0	6	40	85
	BS2	4	7	40	82
	BS3	1	14	39	84
	BS4	2	12	40	87
Jitzámuri	JS1	4	14	35	90
	JS2	0	14	35	90
	JS3	0	10	35	87
	JS4	9	1	33	90
Las Lajitas	LS1	5	1	24	73
	LS2	14	4	24	72
	LS3	7	4	25	69
	LS4	3	6	27	80
Totales y promedios	-	92	24.9%	32.5%	83%

Finalmente, se determinaron las condiciones de los capullos registrados con la finalidad de analizar los factores que pudieran incidir en dicho comportamiento (Figura 10), cuyo resultado fue de 56% vacíos (n=51), seguido de 26% parasitados (n=24), 15% depredados (n=14) y solo 3% (n=3) cargados.

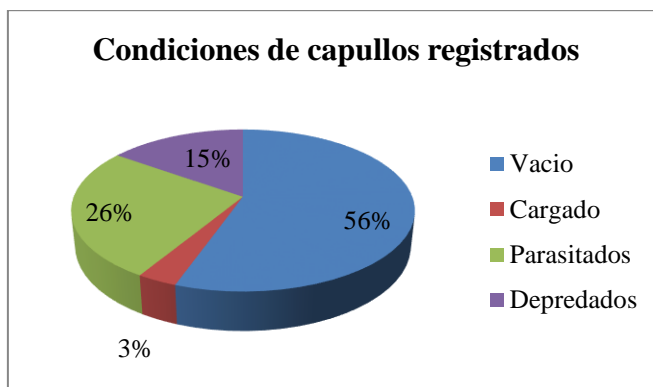


Figura 10. Condiciones de capullos registrados.

Los factores de mayor incidencia fueron el parasitismo y la depredación, el primero considerablemente significativo (26%), ocasionado por insectos oportunistas como avispas y moscas, mientras que la depredación se les atribuye a roedores mayormente en El Jitzámuri.

Los resultados obtenidos presentan un panorama de la vulnerabilidad para la supervivencia de *R. cincta cincta* en su hábitat natural. Los factores son distintos, ya sean los cambios naturales, las relaciones interespecíficas, así como la presión que ejerce el hombre sobre dichos ecosistemas.

Monitoreos nocturnos

Muestran los resultados obtenidos de los sitios explorados en 2018. De las cuatro localidades (Ejido Bacorehuis, Bahía del Jitzámuri, San Miguel Zapotitlán y Playa el Maviri), se registró únicamente la presencia de un macho de *R. cincta cincta* en la Bahía de Jitzámuri, georreferenciado en el punto 269 del GPS con coordenadas N 26° 15' 048" y W - 109° 14' 058". El espécimen se observó en el último registro (06:00 h), posando sobre un arbusto a dos metros de distancia de la trampa de luz; la temperatura ambiental (T°) oscilaba los 26.2 °C y humedad (H) del 86% (Tabla 4).

Tabla 4. Registro temperatura y humedad ambiental durante los monitoreos nocturnos de *R. cincta cincta*

Localidad	Bacorehuis		Jitzámuri		San Miguel Zapotitlán		Playa El Maviri	
Variables	T(°C)	H (%)	T(°C)	H (%)	T(°C)	H (%)	T(°C)	H (%)
Hora								
08:00 p.m.	31.8	75	30.9	63	29.1	72	29.7	82
09:00 p.m.	29.8	75	31.1	66	29.4	74	29.4	82
10:00 p.m.	31.1	78	28.6	73	31	74	30.8	78
11:00 p.m.	27.4	91	27.2	72	26.5	85	30.9	78
12:00 a.m.	27.3	92	26.8	83	SR	SR	30.9	79
01:00 a.m.	27.1	94	26.5	86	26.1	93	30.9	79
02:00 a.m.	26.6	94	25.9	85	26.1	40	30.9	79
03:00 a.m.	SR	SR	25.9	85	25.2	94	30.6	79
04:00 a.m.	26.2	94	SR	SR	26.4	94	30.1	80
05:00 a.m.	26.2	94	25.9	84	26.4	94	30.7	79
06:00 a.m.	26.1	95	26.2	86	26.5	94	30.9	79

Nota: SR, corresponde a la ausencia de datos, puesto que hubo contratiempos que impidieron el registro; sin embargo, para la explicación de los resultados no presenta alteración alguna.

La Figura 11 muestra la mariposa observada, corroborando así las características que definen a los machos: tamaño mediano y abdomen delgado con terminación en punta.

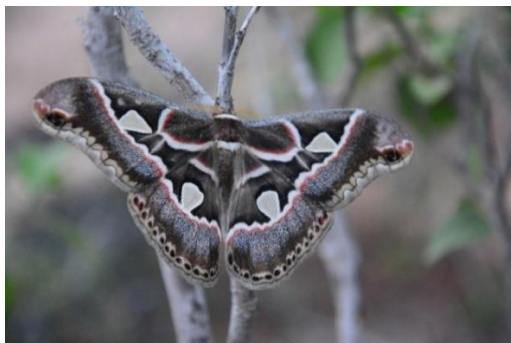


Figura 11. Macho de *R. cincta cincta* observado en el sitio 269 (N 26° 15' 048" y W - 109° 14' 058") en la bahía de El Jitzámuri.

De las tres (3) localidades monitoreadas, donde no se registró la presencia de la mariposa, se observó una diversidad de entomofauna (coleópteros, dípteros, lepidópteros hemípteros y arácnidos) atraída por la trampa de luz, lo cual evidencia que la ausencia *R. cincta cincta* se atribuye a otros factores.

Debido a que solo se registró la presencia de una ejemplar de mariposa, no es posible realizar un análisis poblacional de la especie. De igual manera, no se puede comparar la influencia de los factores ambientales (temperatura y humedad) en relación con los cambios en los valores de abundancia y diversidad entre machos y hembras, por lo cual se recomienda incrementar el esfuerzo de muestreo que pudiera presentar otra perspectiva de la especie.

Este panorama muestra la preocupación por establecer mecanismos que orienten al manejo sustentable de la especie, aunado a programas educativos con la finalidad de sensibilizar y concientizar a la población acerca de esta problemática.

Intervenciones educativas sobre la bioculturalidad de *R. cincta cincta*

Como resultado de la implementación de actividades educativas fundamentadas en la bioculturalidad de *R. cincta cincta*, durante el periodo 2014-2020, el JBBFJ atendió un aproximado de 48,981 personas de grupos escolares y público en general (Figura 12).

El año 2015 registró la mayor cantidad de visitantes, atribuyéndose a la novedad del sitio y esfuerzo de publicidad en las instituciones educativas; el año con menor atención correspondió el 2020, derivado de la pandemia por Covid-19 y, por ende, el cierre del área; el año 2014 registró escasos visitantes, debido al inicio de operatividad durante el tercer trimestre de ese año. Cabe mencionar que

la categoría de visitantes de mayor frecuencia por año corresponde a escolares con más del 52%, de ahí la importancia de enfocar y mantener en constante actualización los programas educativos para este grupo de personas.



Figura 12. Personas atendidas mediante intervenciones educativas fundamentadas en *R. cincta cincta*.

Como resultado de la heterogeneidad de visitantes, fue necesario diversificar las prácticas educativas además de los recorridos interpretativos y talleres, así como la participación en diversos eventos al interior y exterior de la institución.

Para el presente trabajo se toma como referencia la atención durante el año 2019, el cual muestra la participación de las personas en las diversas intervenciones educativas que promueve el JBBFJ con *R. cincta cincta*, siendo los recorridos interpretativos los más solicitados, seguido de la participación en talleres y exposiciones, mientras que las demás prácticas presentan menor número de participantes, debido a que conllevan contenidos específicos o enfocadas a un grupo determinado (Figura 13).

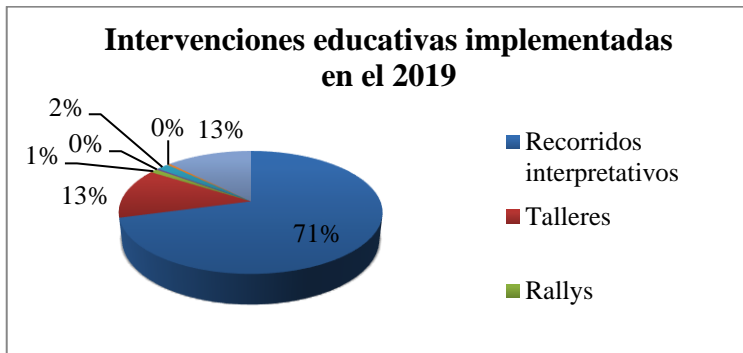


Figura 13. Intervenciones educativas durante el 2019.

Actualmente el JBBFJ continúa en la búsqueda de una metodología que favorezca la sistematización de las experiencias educativas y permita mostrar tanto la apropiación de conocimientos de las personas, así como el impacto que puede generar a la sociedad.

CONCLUSIONES

El jardín botánico continúa trabajando en la conservación de flora y fauna, enfatizando y priorizando esfuerzos en aquellas especies de mayor vulnerabilidad en los ecosistemas locales como *R. cincta cincta*.

La problemática es evidente, sin embargo, es necesario sumar esfuerzos debido a que son escasas las instituciones involucradas en este ámbito. En Sinaloa solo la Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS), a través de la academia de biología, estudia la caracterización del hábitat de las plantas hospederas, la distribución de *R. cincta cincta* en el noroeste de México, así como su comportamiento en cautiverio.

Es necesario replicar el establecimiento de criaderos en las comunidades indígenas, con sentido de apropiación y pertenencia para su viabilidad, independientemente de la culminación de los financiamientos.

La producción de capullos *ex situ* disminuye la extracción masiva del medio silvestre, así como a la permanencia de costumbres y tradiciones de la etnia Yoreme-Mayo, tras preservar las ornamentas de los danzantes con materiales irremplazables.

La contribución de información científica debe incidir en las políticas públicas como la NOM-059-SEMARNAT-2010, la cual permita implementar estrategias de manejo sustentable de las especies vulnerables y valorar esos sitios como áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad.

El panorama que presenta la especie da oportunidad de unir esfuerzos entre de todos los sectores de la sociedad como gobierno, organizaciones de la sociedad civil, academia y ciudadanía, que favorezcan a la protección y permanencia de *R. cincta cincta*, así como la identidad cultural de la región.

Debido al porcentaje de educandos que frecuentan los centros de educación no formal, es necesario promover la transversalización de la educación ambiental a todos los niveles educativos, fundamentando los programas con fenómenos y acontecimientos locales que favorezcan a las personas en la comprensión de su entorno, así como las formas de relacionarse.

LITERATURA CITADA

- Castañeda, G. (2019). Plan estratégico de educación ambiental para el Centro de Educación y Cultura Ambiental (CECA) del Jardín Botánico “Benjamin Francis Johnston” en los Mochis, Sinaloa. Tesis de maestría. Universidad de Guadalajara. Jalisco. Disponible en: <https://www.riudg.udg.mx/handle/20.500.12104/81108>.
- Compeán, M. (2012). Jardín Botánico Benjamín Francis Johnston. Quid Media Services S.A. de C. V. México D. F.
- DOF, (2019). Modificación del anexo Normativo III, lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Recuperado en: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5578808&fecha=14/11/2019
- López, C.A. (2013). Atlas Yoreme del municipio de Ahome. Consejo Ciudadano para el Desarrollo Cultural del Municipio de Ahome.
- Márquez- Salazar, G., Salomón- Montijo, B. & Romero- Higareda, C., 2014. Dinámica Poblacional le larvas de *Rothschildia cincta cincta* (Lepidoptera: Saturniidae) entre áreas de presencia y ausencia de colectores de capullos. Disponible en: http://sistemanodalsinaloa.gob.mx/archivoscomprobatorios/_14_resumeneventoscientificos/3299.pdf.
- Márquez- Salazar, G., Salomón-Montijo, B., Sánchez-Bañuelos, R., Cabrera-Flores, C., Gamez-Duarte, E., Robles-Medina, C., Medina, K. y Burgueño-Hernández, D. (2010). LA MARIPOSA DE LOS TÉNABARIS (*ROTHSCHILDIA CINCTA*): CULTURA, BIOGEOGRAFÍA Y ECOLOGÍA. Universidad Autónoma de Sinaloa. Recuperado de: https://www.academia.edu/27155287/LA_MARIPOSA_DE_LOS_T%C3%89NABARIS_ROTSCILDIA_CINCTA_CULTURA_BIOGEOGRAF%C3%8DA_Y_ECOLOG%C3%8DA.
- Márquez, S. G. *et al.* (2007). “Manejo de capullos de *Rothschildia cincta* por los Yoreme-Mayos del norte de Sinaloa, México”. Mesoamericana, 11, 79.
- Moctezuma, J. L. y López, H. (2007). Mayos, Pueblos Indígenas del México contemporáneo. Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas. México. 55p. Disponible en: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/11675/mayos.pdf>

- Peigler, R. S. y P. A. Opler (1993). *Moths of West North America*. C. P. Guillette Insect Biodiversity Museum. Department of Entomology, Colorado State University.
- Piegler, R. S. y M. Maldonado, (2005). "Uses of cocoons of *Eupackardia calleta* and *Rothschildia cincta* (Lepidoptera: Saturniidae) by Yaqui Indians in Arizona and México". *Nachr. Entomol. Ver. Apollo*. N. F. 26, 111-119.
- Salomón-Montijo, B. & 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), pp. 25-39.
- Vásquez, L.M. (2008). Comparación de dos métodos de muestreo para el estudio de la comunidad herbácea de Las Lomas. *Zonas áridas*, 12(1) ,167-183.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Consejo Nacional para la Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el financiamiento "Impulso al establecimiento de una red nacional de jardines etnobiológicos", proyecto 304957, que ha favorecido a cristalizar diversos contenidos acerca de la bioculturalidad de la etnia Yoreme-Mayo en el Jardín Botánico Benjamin Francis Johnston, al Patronato Sociedad Jardín Botánico de Los Mochis IAP por emprender esfuerzos para la conservación de especies vulnerables, un agradecimiento especial al impulsor de *R. cincta cincta* M.C. Gilberto Márquez Salazar de la facultad de biología de la Universidad Autónoma de Sinaloa unidad Culiacán, finalmente al equipo de educadores y personal del jardín botánico así como universitarios quienes han formado parte de estas experiencias.