

Ophryocystis elektroscirrha, enemigo de la mariposa monarca

Escrito por
Ramón Hugo Ontiveros Palma
al222954@univim.edu.mx

RESUMEN

Este estudio busca analizar la interacción entre las plantas del género *Asclepias* spp., larvas y mariposas monarca en tres santuarios de México, los cuales se ubican en el estado de Hidalgo, Estado de México y estado de Michoacán, con énfasis en la presencia del protozooario *Ophryocystis elektroscirrha* (OE). Se colectaron muestras de plantas, larvas y adultos en diferentes fechas, identificando morfológicamente las especies y detectando al protozooario mediante técnicas de microscopía y mediante la genitalia de los adultos, y técnicas moleculares, como citometría y secuenciación de ADN. Las larvas se criaron en condiciones controladas para evaluar su desarrollo mediante la alimentación de follaje de *Asclepias curassavica* y *Asclepias* spp. para evaluar su desarrollo y presencia del protozooario. Además, se analizó la presencia del ooquiste en mariposas adultas mediante métodos no invasivos. Este enfoque permitirá comprender cómo las plantas de *Asclepias* spp. y las condiciones ambientales influyen en la salud de la mariposa monarca, y en la prevalencia del parásito, contribuyendo a estrategias de conservación de esta especie. Los resultados estadísticos, al utilizar la regresión binomial negativa para modelar los conteos de ooquistes en los adultos, muestran que hay una diferencia marcada entre dos de los sitios estudiados: Joya Redonda, Atlautla, y Llano de las Canoas, Zitácuaro, con respecto a los otros cuatro. Adicionalmente, se ajustó un modelo binomial para analizar la proporción de adultos con parasitismo y se hizo una comparación de medias, donde no se encontraron diferencias estadísticas entre sitios. El porcentaje de parasitismo varió conforme al sitio; el sitio con menor parasitismo fue El Terrero, Atlautla, con 40 %, y el mayor porcentaje de parasitismo se presentó en los sitios Potrero de Terrero, Atlautla, y línea interestatal, Zitácuaro, con 70 %.

Palabras clave: mariposa monarca, *Asclepias curassavica*, *Ophryocystis elektroscirrha*.

Escrito por
Ramón Hugo Ontiveros Palma
al222954@univim.edu.mx

ABSTRACT

This study aims to analyze the interaction between plants of the genus *Asclepias* spp., larvae and monarch butterflies in three sanctuaries in Mexico, located in the state of Hidalgo, the State of Mexico and the state of Michoacan, with an emphasis on the presence of the protozoan *Ophryocystis elektroscirrha*. Samples of plants, larvae and adults were collected on different dates, identifying the species morphologically and detecting the protozoan using microscopy and adult genitalia, as well as molecular techniques such as cytometry and DNA sequencing. Larvae were raised under controlled conditions to evaluate their development by feeding on the foliage of *Asclepias curassavica* and *Asclepias* spp. to evaluate their development and presence of the protozoan. In addition, the presence of the oocyst in adult butterflies was analyzed using non-invasive methods. This approach will allow us to understand how *Asclepias* spp. plants and environmental conditions influence monarch butterfly health and parasite prevalence, contributing to conservation strategies for this species. Statistical results using negative binomial regression to model oocyst counts in adults show a marked difference between two of the studied sites: Joya Redonda, Atlautla, and Llano de las Canoas, Zitácuaro, compared to the other four. Additionally, a binomial model was fitted to analyze the proportion of adults with parasitism, and a comparison of means was made, revealing no statistical differences between sites. The percentage of parasitism varied by site; the site with the lowest parasitism was Terrero, Atlautla, with 40%, and the highest percentage of parasitism was found in Potrero de Terrero, Atlautla, and on the interstate line, Zitácuaro, with 70%.

Keywords: monarch butterfly, *Asclepias curassavica*, *Ophryocystis elektroscirrha*.

INTRODUCCIÓN

La mariposa monarca, *Danaus plexippus* (figura 1), es una especie símbolo de transformación y esperanza, reconocida mundialmente por su impresionante migración, que involucra millones de individuos que viajan desde Canadá y Estados Unidos hacia santuarios en México, recorriendo aproximadamente 5000 kilómetros, en una travesía anual que tiene lugar a finales del verano y en otoño (National Geographic, 2024). Este fenómeno migratorio se realiza con la finalidad de acceder a áreas templadas donde crece su planta hospedera, el algodoncillo (*Asclepias* spp.), la cual es fundamental en su ciclo de vida,

ya que en la etapa larvaria las orugas se alimentan exclusivamente de estas plantas (CONABIO, 2021). Aunque la especie es originaria de América del Norte y del Sur, su distribución se ha expandido a otras regiones, siempre dependiendo de la disponibilidad de plantas hospederas.

Durante su desarrollo, las orugas consumen principalmente especies de *Asclepias*, como *A. incarnata* en el este de Norteamérica y *A. curassavica* en Florida y México, entre al menos 75 variedades diferentes (Juárez et al., 2022).

Como adultos, las mariposas se alimentan de néctar, desempeñando un papel crucial como polinizadores y contribuyendo a la biodiversidad vegetal (SEMARNAT, 2017).

La importancia cultural y simbólica de la mariposa monarca también es significativa, ya que en muchas culturas indígenas americanas representa procesos de cambio, resiliencia y esperanza. Sus sitios de hibernación en Michoacán y Estado de México, situados en bosques de gran altitud con microclimas específicos, ofrecen condiciones ideales para su descanso y reproducción, protegiéndola de condiciones extremas, ya que presentan un microclima favorable para su supervivencia (CONANP, 2019a; 2019b). Sin embargo, a lo largo de su ruta migratoria la especie enfrenta diversas amenazas, tanto biológicas como ambientales, incluyendo parásitos como *Ophryocystis elektroscirrha*, la pérdida de plantas hospederas por el uso de herbicidas y la presencia de ceniza volcánica, que afecta su salud y supervivencia (Mariposas net, 2021; Wille y Fuentes, 1975; National Geographic, 2024).

Este estudio tiene como objetivo analizar la interacción entre las plantas de *Asclepias* spp., las larvas y adultos de la mariposa monarca, así como la presencia del protozooario *Ophryocystis elektroscirrha* en diferentes santuarios en México.

DESARROLLO

La migración de la mariposa monarca (*Danaus plexippus*) es uno de los fenómenos naturales más impresionantes del mundo y su conservación requiere un conocimiento profundo de los sitios donde estas especies descansan, se alimentan y atraviesan sus rutas migratorias. En esta investigación, se seleccionaron tres sitios estratégicos en diferentes estados de la república mexicana, ubicados en la zona centro del país, con el fin de estudiar las características de estos lugares y cómo influyen en la salud y migración de las mariposas.

En los tres sitios se realizó el muestreo de diversos ejemplares de la mariposa adulta, a través de un cintazo en el abdomen y su posterior liberación. Con las muestras obtenidas se pretende determinar la presencia del parásito en las mariposas presentes en los diversos santuarios, los cuales son Cañada de Adjuntas, Crescencio Morales y Atlautla.

En Cañada de Adjuntas, el 18 de noviembre de 2024 se registró la entrada de aproximadamente 200 mariposas, aunque para el 20 del mismo mes la presencia en el sitio era mínima, con solo cuatro ejemplares volando a unos diez metros de altura. Debido a la entrada de un frente frío, la actividad de las mariposas disminuyó, dificultando con esto la captura para su análisis. Sin embargo, se logró atrapar un ejemplar, que fue identificado como una mariposa monarca (*Danaus plexippus*), del

cual se tomó una muestra del abdomen utilizando una cinta adhesiva transparente colocada sobre un portaobjetos, con fines de analizar en laboratorio, incluyendo la detección de ooquistes del protozooario *Ophryocystis elektroscirrha*. Posteriormente la mariposa fue liberada, dando como resultado, después del análisis en laboratorio, los siguientes datos.

En el caso del estado de Michoacán, se realizó la visita de toma de muestra en Crescencio Morales (Macho de Agua). Adicionalmente, se realizó en el Estado de México, en la comunidad de Atlautla de Victoria, ubicada en el municipio de Atlautla, en la frontera norte del Estado de México; esta localidad colinda con Puebla, Morelos y otros municipios, donde se han establecido colonias de mariposas monarca en una superficie de aproximadamente cinco hectáreas, las cuales se encuentran principalmente perchadas en árboles de oyamel (*Abies religiosa*) en un rango altitudinal de 3394.50 msnm.

Desde hace aproximadamente 40 años, las colonias de mariposas se han establecido en esta zona, donde se observa vegetación diversa, incluyendo los cardos de flor morada, salvia elegante (*Stevia*) y jarilla blanca.

En los muestreos realizados en sitios como Potrero de Terrero, Joya Redonda y El Terrero, se colectaron muestras de diez ejemplares en cada lugar, mediante la técnica de cintazo, para análisis de DNA y detección del protozooario. Durante los muestreos se observaron principalmente machos de mariposa monarca con envergaduras de entre 8.6 a 12 cm y pesos que oscilan entre 0.5 y 1 gramo.

En este sitio el daño más significativo es ocasionado por la ceniza volcánica, que en esta área fue notable, ya que la composición química de la ceniza del volcán Popocatepetl principalmente es de SiO₂, K₂O y CaO, los cuales tienen efectos desecantes similares a los agentes utilizados en control biológico, como son las tierras de diatomeas. La presencia de ceniza provoca una rápida desecación y deterioro de las mariposas, acelerando con esto su muerte y poniendo en riesgo a las colonias residentes.

Impacto de factores ambientales en la salud de la mariposa monarca en la comunidad de Atlautla, Estado de México

Un hallazgo importante en Atlautla fue el efecto de la ceniza volcánica en la salud de las mariposas (figura 2). La composición química de la ceniza, rica en sílice y otros óxidos, actúa como un

agente desecante, afectando la delgada capa protectora de hidrocarburos en el tegumento de las mariposas, lo que las hace más susceptibles a la deshidratación y la muerte rápida por la actividad volcánica en la región.



Figura 2. Mariposas afectadas con ceniza volcánica. H. Ontiveros (2024).

Estado de Michoacán: Crescencio Morales (Macho de Agua), Zitácuaro

La comunidad de Crescencio Morales se encuentra ubicada en el municipio de Zitácuaro, en el estado de Michoacán. Es una comunidad mazahua que limita al norte con el municipio de Ocampo y el Estado de México; al sur y al oriente con el Estado de México; y al poniente con las tenencias de Francisco Serrato, San Juan Zitácuaro y Nicolás Romero.

Una vez analizados los resultados colectados en campo, se obtuvieron los siguientes datos:

La muestra tomada de mariposa monarca en la comunidad de Adjuntas, estado de Hidalgo, fue analizada mediante microscopía, luego de lo cual se pudo obtener que la muestra (figura 3) correspondió a un macho de envergadura de 11.06 cm, positiva a la presencia del parásito *Ophryocystis elektroscirrha*, con aproximadamente 900 parásitos.



Figura 3. Toma de datos a mariposa monarca de Adjuntas. L. Durán (2024).



Figura 1. Salud de la mariposa monarca. H. Ontiveros (2024).

Durante la toma de muestras se pudieron localizar e identificar dos plantas del género *Asclepias* spp., las cuales se pudieron identificar como *Asclepias curassavica* y *Asclepias linaria*, y adicionalmente se detectó la presencia de huevecillos de mariposa monarca (figura 4).



Figura 4. Imágenes de las plantas encontradas en el sitio: a la izquierda *Asclepias curassavica*, al centro *Asclepias linaria* y a la derecha un huevecillo de mariposa. H. Ontiveros (2024).

Una vez en el laboratorio, se pudo evaluar la muestra tomada del abdomen de la mariposa monarca de la localidad de Adjuntas, pudiendo observar, con los objetivos de 10 y 40x de un microscopio compuesto marca Leica, la presencia de los ooquistes del protozooario *Ophryocystis elektroscirrha* (figura 5).

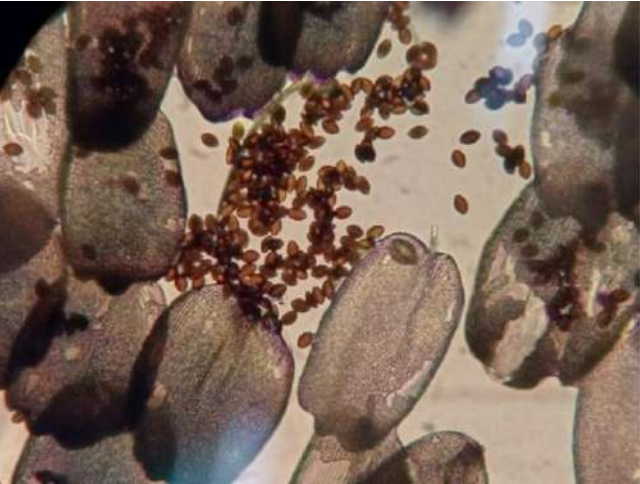


Figura 5. Ooquistes de OE en escamas del abdomen de una mariposa monarca. H. Ontiveros (2024).

Durante el análisis de las muestras tomadas en la localidad de Atlautla de Victoria, Estado de México, se analizaron las preparaciones realizadas en los tres sitios de muestreo, para así poder determinar la presencia o ausencia del protozooario *Ophryocystis elektroscirrha* en las escamas del abdomen de las mariposas, tanto en machos como hembras, mediante técnicas de microscopía y conteos de ooquistes.

Utilizando un microscopio compuesto Leica, se analizó cada una de las preparaciones de los tres sitios y se fueron registrando los datos observados con los objetivos del 10 al 40x en una superficie de 50 mm² de la parte central de donde se encuentra la cinta.



Fecha de muestreo	Sitio	Sexo	Cantidad	Envergadura mm	Cuerpo mm	N. de + a OE	N. de - a OE
20/12/2024	Potrero de Terrero	H	6	100 y 111.6	30 y 37	5+	1
20/12/2024	Potrero de Terrero	M	4	109 a 112.7	33 a 34.8	2+	2
20/12/2025	Joya Redonda	H	5	102 a 113	32 a 36	4+	1
20/12/2025	Joya Redonda	M	5	107 a 114.1	34 a 37.7	2+	3
20/12/2025	El Terrero	H	0	0	0	0+	0-
20/12/2025	El Terrero	M	10	98 a 117.9	32 a 39	4+	6-
Total			30			17+	13

Tabla 1. Relación de muestras de Atlautla por sitio. H: hembra, M: macho, OE: *Ophryocystis elektroscirrha*. H. Ontiveros (2024).

Fecha de muestreo	Sitio	Sexo	Cantidad	Envergadura mm	Cuerpo mm	N. de + a OE	N. de - a OE
14/12/2024	Las Canoas	H	4	100 a 108	34 a 37	2+	2-
14/12/2024	Las Canoas	M	6	106 a 113	34 a 39	3+	3-
14/12/2024	Llano de las Canoas	H	6	99 a 109	34 a 39	4+	2-
14/12/2024	Llano de las Canoas	M	4	101 a 116	35 a 39	2+	2-
14/12/2024	Línea interestatal	H	6	101 a 116	33 a 37	3+	3-
14/12/2024	Línea interestatal	M	4	101 a 115	36 a 39	4+	0
Total	Hembras		16			9+	7-
	Machos		14			9+	5-
			30			18+	12-

Tabla 2. Relación de muestras de Crescencio Morales, Zitácuaro. H: hembra, M: macho, OE: *Ophryocystis elektroscirrha*. H. Ontiveros (2024).

Se determinó la significancia estadística a los datos colectados en los sitios. Los valores obtenidos en los sitios numerados como 5, 1 y 6 son los que estadísticamente tuvieron mariposas con un menor número de ooquistes. El sitio 3 tuvo mariposas con un nivel de ooquistes medio, y los sitios 2 y 4 tuvieron altos niveles de ooquistes en las mariposas.

Al transformar las medias a valores reales de la respuesta con la función exponencial, obtenemos una media mínima para el sitio 5 de 2.60 ooquistes por adulto, mientras que la media más alta fue para el sitio 4, con 259.8 ooquistes por adulto.

Sitio	emmean	SE	df	asympt.LCL	asympt.UCL	.group
5	0.956	0.802	Inf	-0.616	2.53	a
1	1.065	0.799	Inf	-0.502	2.63	a
6	2.197	0.784	Inf	0.660	3.73	a
3	2.322	0.784	Inf	0.787	3.86	ab
2	5.446	0.778	Inf	3.922	6.97	bc
4	5.560	0.778	Inf	4.036	7.08	c

Results are given on the log (not the response) scale.
Confidence level used: 0.95

Tabla 3. Comparación de medias de ooquistes en adultos por sitio. (Las muestras numeradas de 1 a 3 corresponden a muestras colectadas en Atlautla y de 4 a 6, a muestras colectadas en Zitácuaro).

En el modelo binomial para el porcentaje de parasitismo, no se obtuvo una diferencia estadísticamente significativa entre los sitios, y se obtuvo mayor porcentaje de parasitismo en los sitios 1 y 6, con un 70 %, mientras que en los sitios 3 y 4 se obtuvieron 40 y 50 % de parasitismo, respectivamente.

Sitio	prob	SE	df	asympt.LCL	asympt.UCL	.group
3	0.4	0.155	Inf	0.158	0.703	a
4	0.5	0.158	Inf	0.225	0.775	a
5	0.6	0.155	Inf	0.297	0.842	a
2	0.6	0.155	Inf	0.297	0.842	a
1	0.7	0.145	Inf	0.376	0.900	a
6	0.7	0.145	Inf	0.376	0.900	a

Confidence level used: 0.95

Tabla 4. Comparación de medias del porcentaje de parasitismo con un modelo binomial. (Las muestras numeradas de 1 a 3 corresponden a muestras colectadas en Atlautla y de 4 a 6, a muestras colectadas en Zitácuaro).

Estos datos colectados demuestran que la presencia del parásito *Ophryocystis elektroscirra* es constante en los diversos santuarios de la mariposa monarca, por lo que resulta relevante el desarrollo de estrategias de cuidado que permitan la conservación de la mariposa monarca, a fin de salvaguardar el patrimonio cultural de las

comunidades, así como generar una conciencia sobre el impacto ecológico que conlleva el daño a estos especímenes.

CONCLUSIONES

Los sitios de muestreo en el estado de Hidalgo, Estado de México y estado de Michoacán ofrecen diferentes condiciones ecológicas y ambientales que afectan la salud y migración de la mariposa monarca. La presencia de ceniza volcánica, la disponibilidad de plantas de *Asclepias* y las condiciones climáticas son factores determinantes en su supervivencia. La integración de estudios de campo y laboratorio permite comprender mejor los desafíos que enfrentan estas mariposas, contribuyendo a diseñar medidas de conservación efectivas.

Este análisis resalta la importancia de monitorear y proteger estos sitios de paso e hibernación, considerando las amenazas ambientales y biológicas que pueden afectar la integridad de las colonias de mariposas monarca en México.

REFERENCIAS

• CONABIO (2021). La mariposa monarca es símbolo de la salud de los ecosistemas. <https://biodiversidad.gob.mx/especies/espPrioritaria/monarca/la-monarca>

• CONANP (2019a). Aumentó 144 % la presencia de la mariposa monarca en los bosques mexicanos de hibernación. <https://www.gob.mx/conanp/prensa/aumento-144-la-presencia-de-la-mariposa-monarca-en-los-bosques-mexicanos-de-hibernacion>

• CONANP (2019b). Monitoreo de las colonias de hibernación de la mariposa monarca (*Danaus plexippus*) en la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca. https://simec.conanp.gob.mx/pdf_monitoreo/40-monarca_monarca.pdf

• Juárez, V. et al. (2022). Riqueza y distribución del género *Asclepias*(Apocynaceae:Asclepiadoideae) en México. <https://revista.ib.unam.mx/index.php/bio/article/view/3958>

• Mariposas net (2021). Parásitos y enemigos naturales de las Mariposas Monarcas. <https://mariposas.net/monarca/parasitos-y-enemigos-naturales/index.htm>

• National Geographic (2024). Mariposa monarca: cuando la fama no es suficiente. <https://www.nationalgeographic.es/animales/mariposa-monarca>

• SEMARNAT (2017). La mariposa monarca, símbolo de la salud de los ecosistemas. <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/la-mariposa-monarca-simbolo-de-la-salud-de-los-ecosistemas>

• Wille, A. y Fuentes, G. (1975). "Efecto de la ceniza del Volcán Irazú (Costa Rica) en algunos insectos". *Revista de Biología Tropical*, 23(2), 165-175.

El autor agradece a las siguientes instituciones por el apoyo en los procesos relacionados con la investigación y realización del presente artículo:

- División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo.
- Laboratorio M3 del Centro Multidisciplinario de Estudios en Biotecnología de la UMSNH.
- Biol. Miguel Ángel Cuellar Colin, encargado del despacho de los asuntos competentes del Parque Nacional Los Mármoles.
- Comisariado de Bienes Comunales de Crescencio Morales, Municipio de Zitácuaro.
- Comisariado de Bienes Comunales de Atlautla, Estado de México.

