



Monitoreo de la **mariposa monarca** y su hábitat en América del Norte

Protocolos de monitoreo
e inventariado, así como
estándares de datos, para
la conservación de la especie



Monitoreo de la **mariposa monarca** y su hábitat en América del Norte

Protocolos de monitoreo
e inventariado, así como
estándares de datos, para
la conservación de la especie

Citar como:

CCA (2017), *Monitoreo de la mariposa monarca y su hábitat en América del Norte: protocolos de monitoreo e inventariado, así como estándares de datos, para la conservación de la especie*, Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal, 55 pp.

La presente publicación fue elaborada por Holly Holt de Monarch Joint Venture (Universidad de Minnesota) para el Secretariado de la Comisión para la Cooperación Ambiental. La información que contiene es responsabilidad de la autora y no necesariamente refleja los puntos de vista de la CCA o de los gobiernos de Canadá, Estados Unidos o México.

Se permite la reproducción total o parcial de este documento en cualquier formato para fines educativos y no lucrativos sin previa autorización del Secretariado de la CCA, siempre y cuando se cite debidamente la fuente. La Comisión apreciará que se le envíe una copia de toda publicación o material que utilice este trabajo como fuente.

A menos que se indique lo contrario, el presente documento está protegido mediante licencia de tipo “Reconocimiento – No comercial – Sin obra derivada”, de Creative Commons.



© Comisión para la Cooperación Ambiental, 2017

ISBN: 978-2-89700-222-0 (versión electrónica)

Available in English – ISBN: 978-2-89700-221-3 (electronic version)

Disponible en français – ISBN: 978-2-89700-223-7 (version électronique)

Depósito legal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2017

Depósito legal – Library and Archives Canada, 2017

Detalles de la publicación

Categoría del documento: publicación de proyecto

Fecha de publicación: diciembre de 2017

Idioma original: inglés

Procedimientos de revisión y aseguramiento de la calidad:

Revisión final de las Partes: noviembre de 2017

QA323

Proyecto: Plan Operativo 2015-2016 / *Ruta migratoria de la mariposa monarca: comunicación, conservación participativa y programas educativos a lo largo de la ruta*

Si desea más información sobre esta y otras publicaciones de la CCA, diríjase a:



Comisión para la Cooperación Ambiental

393, rue St-Jacques Ouest, bureau 200
Montreal (Quebec), H2Y 1N9 Canadá
Tel.: 514.350.4300; fax: 514.350.4314
info@cec.org / www.cec.org



TRINATIONAL
MONARCH
CONSERVATION
PARTNERSHIP

ALIANZA
TRINACIONAL
PARA LA
CONSERVACIÓN
DE LA MONARCA

PARTENARIAT
TRINATIONAL
POUR LA
CONSERVATION
DU MONARQUE



Monitoreo de la
mariposa monarca
y su hábitat en América del Norte



Índice

Siglas, acrónimos y abreviaturas	v
Sinopsis	vi
Agradecimientos	vi
Resumen ejecutivo	vii
1. Resumen sobre reproducción y migración de la monarca	1
2. Prioridades de monitoreo e inventariado en América del Norte	3
3. Estimación de la densidad de las monarca en los sitios de hibernación	5
4. Identificación de los lugares de origen de las monarca	7
5. Evaluación del estado y las tendencias de las poblaciones de monarca y sus hábitats, con una metodología para la selección de sitios priorizada y de equilibrio espacial, así como estándares comunes de datos	11
Apéndice A. Taller celebrado en Toluca, del 4 al 5 de marzo de 2017	19
Apéndice B. Campaña intensiva para la obtención de datos sobre la monarca	23
Apéndice C. Situación actual de los análisis y programas de monitoreo de cada país	25
Bibliografía	39
Protocolos nacionales de monitoreo de Canadá, Estados Unidos y México	45

Lista de figuras

Figura 1.	Migración de la mariposa monarca	2
Figura 2.	Ciclo de vida anual de la monarca, amenazas, y preguntas prioritarias para el monitoreo a escala trinacional	13
Figura 3.	Estructura de la Red Nacional de Monitoreo de la Mariposa Monarca, México	34
Figura 4.	Ejemplos de estructuras de redes de monitoreo regionales y locales	35

Lista de cuadros

Cuadro 1.	Organizaciones de monitoreo que aportan datos a las iniciativas nacionales	16
Cuadro 2.	Actividades de implementación de la estrategia integrada de monitoreo de la Alianza Científica en Favor de la Conservación de la Mariposa Monarca, por año	32
Cuadro 3.	Actividades de monitoreo en México, por año y programa	37
Cuadro 4.	Personas de contacto adicionales y recursos en línea para México	37

Sinopsis

Como parte de las actividades del proyecto *Ruta migratoria de la mariposa monarca: comunicación, conservación participativa y programas educativos a lo largo de la ruta*, de la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA), se organizó un taller —“Monitoreo de la mariposa monarca y su hábitat en América del Norte”—, llevado a cabo en Toluca, México, del 4 al 5 de marzo de 2017, que reunió a expertos de Canadá, Estados Unidos y México con el propósito de identificar las prioridades trinacionales de monitoreo e inventariado en relación con la mariposa monarca y su hábitat. Los objetivos centrales fueron: 1) identificar las prioridades de monitoreo compartidas por los tres países; 2) analizar los protocolos de monitoreo e inventariado en uso en la actualidad, comparándolos y describiendo los pasos a seguir para alinear las metodologías de monitoreo y los estándares de registro, y 3) establecer planes de acción compartidos en materia de monitoreo, con sus correspondientes plazos. Además de identificarse las prioridades de monitoreo compartidas, durante el taller se examinaron también los retos, las recomendaciones y las acciones que se llevarán a cabo próximamente.

Agradecimientos

Agradecemos la participación de todos los asistentes al taller, cuyo compromiso con la conservación de la mariposa monarca contribuyó al éxito del mismo. De manera particular, extendemos nuestro agradecimiento a Gloria Antúnez y Teresa Flores por sus servicios de interpretación experta. Asimismo, estamos muy agradecidos con los ejidos San Antonio y San Francisco por la generosidad con la que compartieron Colonia Palomas con todos los participantes del taller. Las palabras no pueden expresar la profunda gratitud que sentimos por haber vivido esta transformadora experiencia. También queremos agradecer a Felipe Martínez por la demostración práctica sobre medición del área ocupada por las colonias de monarca en hibernación, y a Alfonso Alonso, Marco Castro, Greg Mitchell y Maxim Larrivéé por sus contribuciones. Por último, vaya un amplio reconocimiento a los innumerables voluntarios participantes en proyectos y actividades de ciencia ciudadana que han aportado datos de valor incalculable a los numerosos programas de monitoreo en curso; estos datos constituyen la base de las iniciativas y análisis en materia de monitoreo que se llevan a cabo en cada uno de los tres países.

Resumen ejecutivo

Monitorear tanto la disponibilidad de hábitat para las especies como la respuesta a las amenazas permite a los profesionales de la conservación evaluar y mejorar de manera iterativa las estrategias de su labor. Sin embargo, a fin de determinar el estado y las tendencias de la población de una especie es preciso contar con información compleja a grandes escalas, tanto temporales como espaciales. Por tal motivo, constituye todo un reto crear estrategias de monitoreo integral para las especies migratorias que atraviesan las fronteras ecológicas y políticas.

En América del Norte, la mariposa monarca (*Danaus plexippus*) protagoniza un ciclo migratorio anual que se extiende a lo largo de tres países y que abarca cuatro de sus generaciones. Debemos mucho de nuestro conocimiento acerca del ciclo de vida de la especie a una rica variedad de actividades y proyectos de ciencia ciudadana, así como a otros programas de monitoreo que han podido descifrar de forma colectiva el fascinante fenómeno migratorio de la monarca. Los datos recolectados por estos programas señalan que el número de mariposas monarca ha disminuido significativamente en los últimos veinte años. Este marcado descenso, que ha despertado una gran preocupación a escala trinacional, evidencia la necesidad de obtener datos de monitoreo adicionales para generar recomendaciones con fundamentos científicos en materia de conservación. Con este fin, expertos en el tema procedentes de Canadá, Estados Unidos y México se reunieron en la Ciudad de México, en febrero de 2016, y formaron la Alianza Científica Trinacional en Favor de la Conservación de la Mariposa Monarca (TMCSF, por sus siglas en inglés), que se enfoca en la investigación conjunta y la definición de prioridades de monitoreo, como parte de las actividades del proyecto 13 del Plan Operativo 2015-2016 de la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA): *Ruta migratoria de la mariposa monarca: comunicación, conservación participativa y programas educativos a lo largo de la ruta*.

Tras su reunión inaugural, una parte del grupo integrante de la TMCSF se reunió en Toluca, México, en marzo de 2017, a fin de examinar las prioridades de monitoreo compartidas. El taller “Monitoreo de la mariposa monarca y su hábitat en América del Norte” tuvo como objetivos: 1) determinar prioridades de monitoreo a escala trinacional; 2) analizar protocolos de monitoreo e inventariado de las etapas vitales y hábitats de la mariposa monarca, y 3) establecer planes de acción para el monitoreo en toda América del Norte.

El presente informe compila los resultados del taller e incluye las prioridades de monitoreo identificadas a escala trinacional; un inventario de los protocolos de monitoreo formulados y en uso hasta el momento; las primeras etapas hacia la coordinación de las iniciativas trinacionales de monitoreo, y algunas recomendaciones para abordar los retos previstos.



Siglas, acrónimos y abreviaturas

AGOL	ArcGIS (sistema de información geográfica, SIG) en línea
CCA	Comisión para la Cooperación Ambiental
CMCSP	Alianza Científica Canadiense en Favor de la Conservación de la Mariposa Monarca (<i>Canadian Monarch Conservation Science Partnership</i>)
Conabio	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México
Conanp	Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, México
CRP	Programa de Reservas para la Conservación (<i>Conservation Reserve Program</i>), Estados Unidos
ECCC	ministerio de Medio Ambiente y Cambio Climático de Canadá (<i>Environment and Climate Change Canada</i>)
GRTS	estratificado generalizado de teselación aleatoria (del inglés: <i>generalized random tessellation stratified</i>)
LiDAR	detección y medición a través de la luz; tecnología de teledetección láser (del inglés: <i>light detection and ranging</i>)
MCSP	Alianza Científica en Favor de la Conservación de la Mariposa Monarca (<i>Monarch Conservation Science Partnership</i>), Estados Unidos (centrada en la población oriental)
MJV	Monarch Joint Venture
MLMP	Proyecto de Monitoreo de Larvas de Mariposa Monarca (<i>Monarch Larva Monitoring Project</i>)
NFWF	Fundación Nacional de Pesca y Vida Silvestre (<i>National Fish and Wildlife Foundation</i>), Estados Unidos
NRCS	Servicio para la Conservación de los Recursos Naturales (<i>Natural Resources Conservation Service</i>), Estados Unidos
NWR	Refugio Nacional de Vida Silvestre (<i>National Wildlife Refuge</i>), Estados Unidos
Oe	<i>Ophryocystis elektrosirrha</i>
PNAMP	Alianza de Monitoreo del Medio Acuático del Pacífico Noroeste (<i>Pacific Northwest Aquatic Monitoring Partnership</i>)
Profauna	Protección de la Fauna Mexicana, A.C.
Semarnat	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México
SWMS	Estudio sobre la Mariposa Monarca del Suroeste (<i>Southwest Monarch Study</i>)
TMCSPP	Alianza Científica Trinacional en Favor de la Conservación de la Mariposa Monarca (<i>Trinational Monarch Conservation Science Partnership</i>)
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
UMN	Universidad de Minnesota
UNAM	Universidad Nacional Autónoma de México
USFWS	Servicio de Pesca y Vida Silvestre de Estados Unidos (<i>United States Fish and Wildlife Service</i>)
USGS	Servicio de Estudios Geológicos de Estados Unidos (<i>United States Geological Survey</i>)
WMCSPP	Alianza Científica en Favor de la Conservación de la Mariposa Monarca Occidental (<i>Western Monarch Conservation Science Partnership</i>)
WSSU	Universidad Estatal de Winston-Salem (<i>Winston-Salem State University</i>)
WWF-México	Fondo Mundial para Naturaleza (por sus siglas en inglés), oficina en México

1

Resumen sobre reproducción y migración de la monarca

La reproducción de la mariposa monarca y su fenómeno migratorio en América del Norte están estrechamente vinculados. Después de emerger de sus capullos, en forma de ejemplares adultos, las monarca suelen madurar durante tres a ocho días antes de reproducirse (con excepción de la generación que hiberna en México). Tras aparearse, las hembras fecundadas comenzarán a buscar de manera inmediata dónde poner sus huevos, siempre en plantas de asclepia o algodoncillo y, por lo general, depositando solamente un huevo en cada planta, para evitar la competencia entre sus crías. Cada hembra pone un promedio de 700 huevos durante su vida adulta (entre dos y cinco semanas). Al cabo de entre tres y ocho días (dependiendo de la temperatura) los huevos eclosionan y nacen las orugas. Éstas se alimentan del tejido de las asclepias hospederas, y pasan por cinco fases (estadios) de crecimiento, con una muda de piel entre cada fase. Una vez completados estos cinco estadios (lo que demora entre nueve y catorce días), cada oruga de monarca se aleja de la planta hospedera (asclepia) y busca un lugar protegido en otra planta (con frecuencia, el envés de una hoja o el tallo) para pupar, es decir, efectuar su transformación en pupas o crisálidas. Se piensa que el hecho de que las larvas abandonen las plantas hospederas para iniciar su etapa de crisálidas podría ofrecerles cierta protección contra los depredadores y parasitoides; sin embargo, esta cuestión requiere un análisis más detallado. Luego de aproximadamente una a dos semanas como crisálidas, emergerán las mariposas adultas, que comienzan a alimentarse del néctar de una variedad de plantas con flores. Su ciclo de vida como adultas y su comportamiento migratorio dependen de la época del año (UMN, 2016).

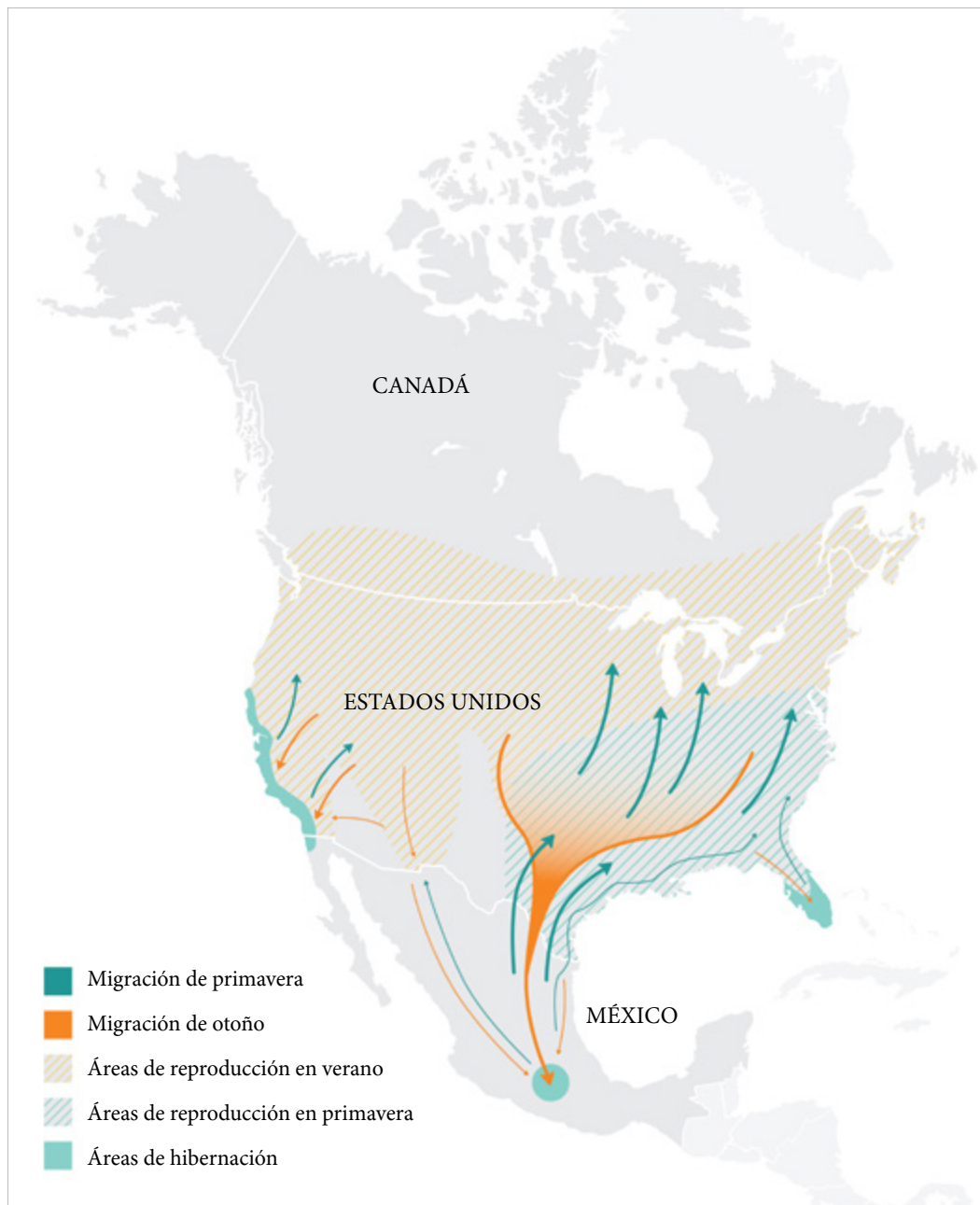
Si bien los estudios genéticos demuestran que las poblaciones de monarca de América del Norte son panmícticas (Lyons *et al.*, 2012), por lo general, éstas pueden dividirse en dos grandes grupos: de oriente y de occidente (separados por las Montañas Rocallosas). Para efectos de este informe, se les denomina poblaciones oriental y occidental (véase la figura 1).

Las mariposas de la población de monarca de la ruta migratoria oriental hibernan formando densas colonias en los bosques de abeto u oyamel del centro de México (UMN, 2016). Durante la primavera, las mariposas abandonan sus sitios de hibernación, se aparean y emprenden el vuelo hacia el norte de México y el sur de Estados Unidos en busca de plantas de asclepia donde poner sus huevos. Los ejemplares adultos de la generación subsecuente migran más al norte, hacia la mitad septentrional de Estados Unidos y las regiones meridionales de Canadá, donde se aparean. El nacimiento de una tercera generación incrementa la población de monarca, que verá todavía otro aumento con una cuarta generación que emerge a finales del verano y comienzos del otoño. El acortamiento de los días y otros factores detonan en las mariposas de esta cuarta generación cambios fisiológicos y de comportamiento que provocan que no entren en fase de reproducción y, en cambio, comiencen a migrar hacia el sur. Durante su viaje de aproximadamente 4,000 kilómetros hacia México, las monarca se alimentan del néctar de plantas en flor, de manera que hacia el final de su migración han logrado acumular la mayor parte de sus reservas de grasa (Brower *et al.*, 2006). Por las noches, o cuando acaecen condiciones climáticas adversas, se agrupan en perchas o “racimos” temporales. Casi al final del otoño, al llegar a los sitios de hibernación en México, las monarca confluyen en densas colonias que se expanden y contraen en función de la temperatura (Thogmartin *et al.*, 2017). Perchadas “en racimos”, las monarca en hibernación no se alimentan, aunque

pueden llegar a dispersarse temporalmente para buscar agua. El alargamiento de los días y el aumento de la temperatura señalan la llegada de la primavera y la disponibilidad de asclepias, condición que libera a las monarca de su estado de hibernación para iniciar un nuevo ciclo anual (UMN, 2016).

Al oeste de las Montañas Rocallosas, las mariposas monarca hibernan en los bosques de la costa de California, en tanto que su actividad reproductiva tiene lugar durante los meses de primavera y verano en áreas más al norte, este y sur (Pelton *et al.*, 2016). Algunos estudios señalan que un pequeño porcentaje de las monarca del suroeste de Estados Unidos podría migrar hacia México en lugar de hacia California, aunque resulta necesario investigar más al respecto (Morris *et al.*, 2015).

Figura 1. Migración de la mariposa monarca





Expertos en mariposa monarca durante una visita a un sitio de hibernación en México, en febrero de 2016.

A continuación se enlistan las principales decisiones tomadas durante el taller, junto con una descripción de los retos previstos y algunas recomendaciones. (Los pasos próximos identificados y los plazos anticipados para su cumplimiento se presentan en el apéndice A.)

2.3 Principales decisiones adoptadas en el taller

- **Se compartirán los protocolos de monitoreo.** Los tres países compartirán sus protocolos de monitoreo actuales y designarán a personas de contacto.
- **Se adoptarán estándares comunes de datos y se facilitará el acceso a tal información.** A medida que los protocolos de monitoreo continúan perfeccionándose y se crean los elementos de infraestructura adecuados para la recolección y el intercambio de datos, se hace necesario adoptar estándares comunes de datos para el registro de los atributos o características comunes objeto de monitoreo. El propósito es garantizar que los datos sean compatibles con todas las iniciativas de monitoreo. Se recomiendan los estándares Darwin Core, elaborados por la asociación Biodiversity Information Standards, también conocida como Taxonomic Databases Working Group (TDWG). Registrados en un formato apropiado, los datos deben publicarse en bases de datos accesibles para el público o encontrarse disponibles para su descarga en los sitios web de los distintos programas. A fin de establecer tales estándares y garantizar la compatibilidad entre bases de datos, se precisará una comunicación adicional entre los encargados de desarrollar los protocolos de cada país.
- **Se integrará y difundirá un plan de muestreo trinacional espacialmente equilibrado.** Contar con un sistema de muestreo priorizado y equilibrado en términos espaciales —con base en un diseño estratificado generalizado de teselación aleatoria (GRTS, por sus siglas en inglés)— resulta importante para interpretar los datos recolectados a partir del monitoreo. El Servicio de Estudios Geológicos de Estados Unidos (*United States Geological Survey*, USGS) trabajará con expertos en la materia designados por cada país a fin de identificar los estratos apropiados para el monitoreo de las mariposas monarca, y expandir el actual diseño GRTS realizado en Estados Unidos a todo el territorio en que las monarca se distribuyen a escala trinacional.
- **Se pondrá en marcha una campaña intensiva para la obtención de datos sobre la monarca.** Con el propósito de llenar lagunas de conocimiento, Canadá, Estados Unidos y México impulsarán la “Campaña intensiva para la obtención de datos sobre la monarca” (en inglés: *Monarch Blitz*) basada en ciencia ciudadana (véase el anexo B). El hecho de reunir de manera exhaustiva datos adicionales en torno a la reproducción de esta especie, en intervalos de tiempo críticos, a lo largo del territorio recorrido por las monarca, ofrecerá una valiosa fotografía del estado de sus poblaciones, algo jamás realizado a escala continental. Además, hará participar a miles de ciudadanos, ayudándoles a reconectarse con la naturaleza y logrando una mayor difusión de la situación migratoria de la mariposa monarca en América del Norte. Para coordinar esta iniciativa será necesaria la comunicación adicional entre las partes identificadas.
- **Se formará una alianza para el monitoreo en México.** Este país evalúa en la actualidad oportunidades para formar una alianza (iniciativa conjunta) para el monitoreo de la monarca.

2

Prioridades de monitoreo e inventariado en América del Norte

Establecida a principios de 2016, como respuesta al declive de las poblaciones de mariposas monarca, la Alianza Científica Trinacional en Favor de la Conservación de la Mariposa Monarca (TMCSP, por sus siglas en inglés) celebró su primera reunión en febrero de ese año, en la Ciudad de México. Dado que la biología y ecología de la monarca pueden variar en función de factores tanto espaciales como temporales, expertos en el tema establecieron siete prioridades compartidas a fin de orientar las iniciativas de conservación trinacionales de esta especie: cinco temas de investigación prioritaria y dos acciones operativas prioritarias.

2.1 Prioridades de investigación trinacionales

1. Estimar la densidad o abundancia de las colonias de monarca en hibernación
2. Identificar los lugares de origen de las monarca
3. Evaluar las amenazas que plantean las cuestiones climáticas
4. Evaluar las amenazas derivadas de la exposición a plaguicidas
5. Evaluar la disponibilidad de fuentes de néctar

2.2 Prioridades operativas trinacionales

1. Implementar protocolos de monitoreo integrados o compatibles, con mecanismos de muestreo apropiados que permitan llenar las lagunas de conocimiento
2. Crear bases de datos compatibles para albergar y compartir datos

Las iniciativas de monitoreo en curso pueden orientar, de manera directa o indirecta, las prioridades de investigación. Las dos prioridades operativas trinacionales identificadas se relacionan con el establecimiento de prácticas de monitoreo integrado que garanticen que los datos recolectados sean compatibles en todas las regiones geográficas y accesibles para todos los interesados.

En 2017, un subgrupo de la TMCSP se reunió en Toluca, México, a fin de analizar las actuales iniciativas de monitoreo que se relacionan con los temas de investigación y las acciones operativas prioritarias. Durante el taller se discutieron dos temas de investigación: estimación de la densidad de las monarca en hibernación e identificación de los lugares de origen de las mariposas. Ahora bien, estas iniciativas de monitoreo exigen el acceso a tecnologías de última generación. Por el contrario, las acciones operativas, necesarias para compartir los protocolos de monitoreo y establecer los estándares de datos aplicables a estas prioridades de investigación, resultan relativamente sencillas. También se examinaron los proyectos adicionales de monitoreo aplicados en la evaluación del estado y las tendencias de las monarca y sus hábitats en toda su distribución trinacional, incluida la estimación del tamaño de las poblaciones que se reproducen durante el verano. Puesto que la recolección de datos espacialmente representativos sobre la especie y sus hábitats (que se extienden a lo largo de América del Norte) implica la participación de muchos colaboradores, incluidos científicos *amateurs*, las acciones operativas que se requieren tanto para estandarizar los protocolos de monitoreo y los planes de muestreo como para llevar a cabo prácticas compatibles de gestión e intercambio de datos resultan más complejas.

3

Estimación de la densidad de las monarca en los sitios de hibernación

Las mariposas monarca realizan migraciones anuales hacia sus sitios de hibernación en el centro de México y a lo largo de la costa de California (véanse el apartado 1 y la figura 1, *supra*). En estos sitios, la especie busca microclimas forestales en cuyos árboles forma densos “racimos” o colonias. Además de ofrecer un maravilloso espectáculo visual, esta concentración anual significa una oportunidad periódica para estimar el tamaño de las poblaciones de monarca, dado que al llegar el invierno las mariposas, antes esparcidas en vastas porciones del territorio subcontinental, confluyen en lugares específicos reducidos y, por lo general, predecibles. A partir de 1993, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp) y el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF-México) comenzaron a estimar el tamaño de las colonias de monarca en hibernación en este país a partir de la medición del área (en hectáreas) ocupada por cada colonia (véase el apéndice C). De igual forma, el Conteo del Día de Acción de Gracias de la Mariposa Monarca Occidental (*Western Monarch Thanksgiving Count*, WMTTC), impulsado como actividad de ciencia ciudadana, emprendió la labor de estimar el tamaño de las colonias de monarca en California en 1997 (Xerces Society, 2017). Los participantes en esta iniciativa estimaron el tamaño de las colonias a partir de conteos directos, toda vez que en California las mariposas monarca hibernan en grupos más pequeños que los observados en México.

Los registros de ambos programas de monitoreo, realizados durante la época de hibernación, señalan un marcado descenso en las poblaciones oriental y occidental de monarca en los últimos veinte años, información que ha contribuido de manera significativa a las evaluaciones —publicadas y en curso— de la viabilidad de ambas poblaciones (Pelton *et al.*, 2016; Schultz, 2016; Semmens *et al.*, 2016). No obstante, por muy valiosos que resulten, estos datos entrañan limitaciones. Puesto que el tamaño de las colonias de la ruta migratoria oriental se calcula a partir de la medición de las áreas ocupadas, estos valores no ofrecen información relativa a su densidad. A lo largo de un solo invierno, las colonias de monarca pueden expandirse o contraerse dependiendo de factores abióticos, como la temperatura. Más aún, a medida que la población de monarca disminuye, se desconoce realmente si la densidad de las colonias se ha mantenido constante (Thogmartin *et al.*, 2017). Las posibles interacciones entre el tamaño y la densidad de las colonias limitan la interpretación de la probabilidad de extinción de la población actual y las metas de conservación de los hábitats (Pleasants, 2016; Semmens *et al.*, 2016) (véase el apéndice C). Por cuanto a las colonias de monarca del oeste, si bien su tamaño se estima a partir de conteos directos, la variación observada en las iniciativas de monitoreo anual también complica la interpretación de los resultados.

Con el objeto de obtener datos más precisos sobre la densidad de una colonia de monarca en hibernación, la TMCSP ha colaborado con investigadores de la Universidad Estatal de Winston-Salem (*Winston-Salem State University*, WSSU) para explorar el uso de tecnología de teledetección y medición a través de la luz (LiDAR, por sus siglas en inglés) desde plataformas terrestres, y de otras tecnologías innovadoras, como la termografía o la videografía de alta resolución, a fin de estimar el volumen de los “racimos” de monarca y vincular las estimaciones de volumen con modelos individuales basados en objetos. La tecnología de teledetección LiDAR escanea las superficies de los objetos empleando un láser pulsado. Los pulsos láser se reflejan en las superficies del objetivo y regresan al sensor; los retrasos temporales que se producen entre la emisión y el regreso del pulso láser permiten medir las distancias entre la superficie objetivo y el emisor láser (Heidemann, 2014).

Las “nubes” de puntos resultantes se utilizan para crear imágenes digitales tridimensionales de las superficies escaneadas. Estos datos pueden examinarse, junto con las imágenes térmicas y de videografía en cámara lenta, para evaluar patrones de comportamiento y modelar elementos geométricos complejos a distintas escalas.

3.1 Puntos más importantes

- La viabilidad del escaneo de las colonias de monarca en hibernación con tecnología LiDAR se probó en lugares selectos, tanto en México como en California, en 2016.
- Los resultados preliminares indican que las propiedades espectrales de las monarca posibilitan la separación digital de las mismas con respecto al sustrato subyacente.
- Se desarrollarán opciones de visualización automatizada por computadora y enfoques analíticos metrologógicos con la finalidad de ya sea estimar el volumen de las colonias de monarca o bien contar de manera individual los ejemplares de monarca perchedos en “racimos”.

3.2 Principales retos y recomendaciones

- Para poder obtener lecturas LiDAR precisas, las colonias de monarca deben permanecer quietas. Cualquier tipo de perturbación, como el movimiento producido por el viento, distorsiona la recolección de datos. Otras condiciones ambientales (como la niebla) también pueden interferir en las lecturas.
 - Este reto no es fácil de abordar. La mejor solución hasta el momento ha sido escanear las colonias durante mañanas despejadas y sin viento, mientras las monarca se encuentran inactivas (toda vez que, conforme la temperatura sube en el día, pueden comenzar a mostrar actividad).
- Aun si los ejemplares de monarca pueden distinguirse del sustrato de fondo, es necesario desarrollar el mejor enfoque analítico a fin de efectuar las estimaciones de volumen de las colonias o los conteos individuales. Entre los posibles planteamientos matemáticos para ello figuran:
 - *Estimación de volumen sustractiva.* Con esta metodología, los escaneos de las colonias realizados mediante tecnología LiDAR se comparan con escaneos de referencia (de los estratos subyacentes, llevados a cabo en ausencia de las monarca), y se estima el volumen de la colonia a partir de las diferencias registradas en las superficies. Este enfoque analítico debe considerar las distintas posiciones en el espacio de los estratos subyacentes que se observan cuando las monarca están presentes, en oposición a cuando están ausentes. Por ejemplo, grandes “racimos” de monarca podrían, con su peso, vencer las ramas más delgadas de los árboles, mismas que recuperan su altura una vez que sus huéspedes se marchan. Será necesario contar con métricas o parámetros para convertir las estimaciones de volumen de las colonias en las estimaciones de conteo de ejemplares.
 - *Enfoque geométrico.* Con esta metodología, los escaneos LiDAR de las colonias se combinan con imágenes obtenidas mediante cámaras digitales, y se utiliza un *software* de reconocimiento para el conteo individual.
- El equipo LiDAR y el procesamiento de datos resultan costosos.
 - Si bien durante el taller no se abordó el tema de la disponibilidad de financiamiento, en general hubo consenso en cuanto a que, si la tecnología LiDAR puede ofrecer información de calidad sobre la densidad de las colonias de monarca, entonces el gasto que representa está justificado. Como mínimo, el uso de teledetección LiDAR y otras tecnologías podrá ayudar a validar hipótesis o evaluar las variaciones en las densidades, aunque se desconoce aún si la utilización de tales aplicaciones como un instrumento censal será realmente viable.

3.3 Personas de contacto

- Ryan Drum (USFWS, Estados Unidos)
- Nickolay Hristov (WSSU, Estados Unidos)
- Leonel Ruiz Paniagua (Conanp, México)
- Gloria Tavera (Conanp, México)

Un análisis isotópico de gran influencia publicado a finales de los años noventa señaló que aproximadamente 50 por ciento de las monarca recolectadas en una colonia de hibernación en México eran originarias de la región de Estados Unidos conocida como “Cinturón del Maíz” (*Corn Belt*), lo que destacó la importancia de preservar el hábitat para la reproducción de la monarca en la zona centro-norte de este país (Wassenaar y Hobson, 1998). Sin embargo, desde la publicación del análisis de Wassenaar y Hobson, la adopción generalizada de cultivos tolerantes a los herbicidas ha provocado una reducción significativa en la prevalencia de plantas de asclepia o algodoncillo en esta zona. Esta pérdida de asclepias en el paisaje del Cinturón del Maíz se ha vinculado con la disminución del tamaño de las colonias de hibernación en México (Pleasants y Oberhauser, 2013; Flockhart *et al.*, 2015).

Además de la transformación en las prácticas agrícolas, otros factores que han afectado la distribución y disponibilidad del hábitat del que dependen las monarca (incluidas asclepias y plantas nectaríferas en flor) han sido la urbanización y el cambio climático. Una investigación reciente analizó isótopos de hidrógeno y de carbono provenientes de mariposas monarca recolectadas en México durante 40 años (Flockhart *et al.*, 2017). Curiosamente, sus resultados señalan que, en general, a pesar de los cambios a gran escala en las prácticas de uso y ocupación del suelo, la región estadounidense del Cinturón del Maíz sigue siendo el origen —con respecto a otras regiones de reproducción— de la mayor cantidad de las monarca que hibernan en México, y que si bien existe una variación interanual significativa en las contribuciones a las colonias de hibernación en México por parte de las diversas regiones de reproducción del este, la variación registrada de un año a otro se explica principalmente por patrones climáticos. Ahora bien, es importante observar que este estudio se realizó con un número limitado de muestras, recolectadas en su mayor parte de una sola colonia, lo que limita las deducciones sobre los lugares natales de ejemplares en otras colonias, así como nuestro conocimiento en torno a las posibles variaciones en la contribución relativa de monarcas de las distintas regiones a los sitios de invernación en conjunto. Así pues, se requiere más investigación sobre el tema.

4.1 Puntos más importantes

- Es preciso establecer protocolos para la recolección anual de muestras de monarca en sitios de hibernación durante todo el periodo de invernación.
 - *Preguntas que pueden resolverse mediante la recolección de estas muestras:*
 - ¿Permanecen constantes a través del tiempo las proporciones relativas de los lugares de origen de las monarca, determinados éstos a partir de la recolección de ejemplares en las colonias de hibernación?
 - ¿Son constantes las proporciones relativas de los lugares de origen de las monarca a lo ancho de las colonias de hibernación?
 - ¿Existe alguna relación entre el lugar natal de un ejemplar, su sexo y su mortalidad?
 - *Pasos sugeridos para el protocolo:*
 - Se debe recolectar un mínimo de 200 ejemplares de monarca sin vida de cada colonia, de entre las dos o tres colonias de hibernación en donde la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp) realiza monitoreos durante todo el invierno (es decir, recolección de 400 a 600 muestras por año).
 - Es preciso recolectar cuando menos 50 muestras (la mitad de hembras, la mitad de machos) durante la última semana de monitoreo de cada mes:
 $50 \text{ muestras recolectadas una vez al mes} \times 4 \text{ meses} \times 3 \text{ colonias} = 600 \text{ muestras}$.
 - Se exhorta a la recolección de más de 200 muestras. Por ejemplo, recolectar 100 muestras cada mes reduciría la variabilidad en la asignación de los lugares de origen.
 - Es importante aprovechar la oportunidad que, para la recolección, brindan los eventos de mortalidad catastrófica como consecuencia, por ejemplo, de las condiciones climáticas.
 - Las muestras pueden recolectarse a granel (es decir, no es necesario llevar algún orden particular, ni disponerlas individualmente en sobres; aunque sí se les debe clasificar más adelante, antes de su envío).
 - En todas las demás colonias que la Conanp visita para realizar estimaciones del área de invernación, es preciso recolectar un mínimo de cien muestras por año.

- Todos los análisis de tejido de ala de monarca para detectar las proporciones de isótopos deberán realizarse usando estándares de calibración compatibles (CBS, KHS)¹, aplicando el método de equilibrio comparativo a los datos registrados, y con medición mediante combustión a alta temperatura (~1350 a 1450 °C) en soportes de muestra a base de carbón vítreo.
- Los análisis isotópicos futuros tienen el potencial de abordar interrogantes sobre el lugar de nacimiento de las monarca que revisten importancia fundamental en la formulación de estrategias para la conservación, a saber:
 - ¿Cuál es la contribución relativa a las colonias en hibernación por parte de las distintas regiones de reproducción en América del Norte, y cómo han variado las proporciones a través del tiempo?
 - ¿De qué forma se modificarán en un futuro las contribuciones de las regiones geográficas, como resultado del cambio climático?
 - ¿Corresponden los lugares de origen de las monarca a otras características fisiológicas que podrían estar vinculados a la supervivencia (por ejemplo, tamaño y coloración, cargas parasitarias, contenido de grasa, proporción de sexos, características genéticas)?
- La recolección de datos a largo plazo favorecerá la colaboración entre Canadá, Estados Unidos y México.
- Todo indica que, conforme los futuros análisis isotópicos permitan definir las contribuciones relativas de distintas regiones geográficas a las poblaciones en hibernación, será posible realizar inferencias acerca de la cantidad de hábitats de reproducción (con plantas de asclepia o algodoncillo) presentes en el paisaje. Sumadas a otros procedimientos de monitoreo, estas deducciones podrían resultar de utilidad en el proceso de evaluación del estado de conservación de la especie.

4.2 Principales retos y recomendaciones

- Es preciso obtener un permiso para recolectar mariposas monarca en sitios de hibernación en México. (Este país está preparado para facilitar el proceso de obtención de los permisos solicitados para la recolección de ejemplares sin vida.)
- Se requiere establecer comunicación adicional entre Canadá y México a fin de elaborar un modelo de muestreo representativo al interior de las colonias de hibernación, y también entre éstas, que a su vez sirva para definir un protocolo de recolección a utilizar en caso de fenómenos meteorológicos severos. Mientras tanto, Canadá compartirá su metodología propuesta con México.
- La incorporación de isótopos estables adicionales (por ejemplo, de estroncio [Sr]) puede mejorar la precisión de las inferencias respecto al lugar natal de las monarca. (Sin embargo, antes de incorporar los isótopos de este elemento en los análisis, habrá que establecer sus gradientes a través de todo el paisaje; asimismo, será necesario realizar pruebas adicionales de calibración a fin de determinar la relación entre las concentraciones de estroncio en las plantas de asclepia y las detectadas en el tejido de las orugas [o larvas] que se alimentan de estas plantas.)

4.3 Personas de contacto

- Greg Mitchell (ECCC, Canadá)
- Keith Hobson (ECCC y Universidad Occidental de Ontario [Western University], Canadá)
- Gloria Tavera (Conanp, México)
- Ryan Drum (USFWS, Estados Unidos)

1. CBS (también denominado EC-01): estándar de calibración ‘pezuña de caribú’ (del inglés: *Caribou hoof standard*). KHS (también denominado EC-02): estándar de calibración ‘cuerno de kudú’ (del inglés: *Kudu horn standard*). Se trata de los estándares de keratina utilizados para calibrar muestras en análisis de tejido de ala de monarca, a fin de que resulten comparables con mediciones anteriores.



Una señal de precaución de llamativo color naranja alerta a los visitantes del bosque Pacific Grove, en la bahía de Monterrey, California, Estados Unidos, donde miles de mariposas monarca migratorias hibernan en grupos, año con año.

4

Identificación de los lugares de origen de las monarca

Con el fin de identificar acciones de conservación eficaces y asignar estratégicamente los limitados fondos de que se dispone para proyectos de conservación de la monarca, es importante saber cuáles porciones del territorio utilizado por la especie durante su periodo reproductivo son las que contribuyen con mayores porcentajes a la población en hibernación (véase el apartado 1, *supra*). Históricamente se han utilizado dos métodos de monitoreo distintos para determinar los lugares de origen de las monarca migrantes: la marcación y el uso de isótopos.

En la actualidad existen dos programas principales de etiquetado o marcaje de monarca con un enfoque de ciencia ciudadana: el programa Monarch Watch rastrea a las mariposas de la población oriental, mientras que el Estudio sobre la Mariposa Monarca del Suroeste (*Southwest Monarch Study*) sigue los movimientos de la generación migratoria que emerge en ese lado (suroeste) de Estados Unidos (KU, 2017; Estudio sobre la Mariposa Monarca del Suroeste, 2010). La marcación de mariposas monarca supone ya sea criar o capturar mariposas de generación migratoria y, antes de liberarlas, adherirles en una de sus alas una etiqueta con un código único de identificación. La ubicación del evento de marcación y el código de la etiqueta se registran y se reportan. Posteriormente, si la mariposa marcada se observa o se encuentra realizando su trayecto hacia una colonia o formando ya parte de una, se informan su ubicación y código de identificación. Realizar comparaciones entre la cantidad de eventos de marcación efectuados en zonas de reproducción y el número de etiquetas de marcaje recuperadas en sitios de hibernación puede proporcionar información acerca de las vías migratorias de la monarca y las contribuciones relativas de distintas regiones reproductivas a las colonias de hibernación.

Los estudios de marcación de la monarca han brindado información valiosa acerca de los lugares natales de las mariposas migrantes y también sobre los corredores migratorios; además, han ayudado a poner de manifiesto lagunas de conocimiento en donde se requiere más información. Por ejemplo, los datos del SWMS indican que algunas monarca provenientes de Arizona migran hacia California, mientras que otras migran hacia México (Morris *et al.*, 2015). Se requieren estudios adicionales para caracterizar más ampliamente los factores (incluido el viento) que influyen en la trayectoria de los ejemplares migrantes, y contabilizar el volumen de intercambios que se realizan entre las poblaciones occidental y oriental de monarca a través de los corredores migratorios del suroeste.

Los análisis de isótopos ofrecen un enfoque químico complementario para determinar los lugares de origen de las monarca, con la ventaja adicional de tener que capturar una monarca adulta sólo una vez y de poder recoger datos a partir de ejemplares adultos que han muerto. Los isótopos estables (“versiones atómicas” de un mismo elemento con una cantidad diferente de neutrones) se producen en gradientes documentados en todo el subcontinente. De manera natural, los organismos incorporan en su tejido isótopos de elementos selectos, con lo que de alguna manera “imprimen” en dicho tejido la firma isotópica de esa región geográfica. Así, la determinación química de las proporciones de isótopos presentes en el tejido de un organismo puede proporcionar información acerca de la ubicación geográfica donde el tejido creció o se desarrolló (Hobson, 1999; Rubenstein y Hobson, 2004). Por ejemplo, los isótopos inertes de hidrógeno (H) presentes en el tejido del ala de una monarca reflejan las mismas proporciones de isótopos de hidrógeno del tejido de la planta de la que se alimentó —y en la que creció— la oruga, que a su vez reflejan la proporción de isótopos de hidrógeno del agua absorbida por dicha planta, proporciones que varían de forma predecible en función de la latitud, a través de América del Norte.

Empero, la recolección de datos en el marco de los programas en curso continúa teniendo limitaciones. En primer lugar, el muestreo no es aleatorio; con frecuencia, los participantes monitorean sitios donde es probable que encuentren mariposas monarca, lo que complica la extrapolación de datos hacia áreas geográficas importantes donde no se realizan actividades de observación tan asiduas. En segundo lugar, estos programas no suelen dar seguimiento a todas las características o atributos relacionados con las monarca y sus hábitats; por ejemplo, las actuales iniciativas de ciencia ciudadana no monitorean de forma rigurosa la abundancia relativa de plantas nectaríferas, ni tampoco amenazas adicionales como la presencia de hormigas rojas. Por último, dependiendo del método que se utilice para la recolección de datos, podría resultar complicado combinar los datos entre programas, situación que limita la interpretación de resultados. Los tres países del subcontinente han puesto en marcha sus propias iniciativas a escala nacional para solucionar estas lagunas de datos (véase el apéndice C). Sin embargo, puesto que tanto el panorama biogeográfico como el de los proyectos de ciencia ciudadana varían al interior de cada país y de uno a otro, las características elegidas para el monitoreo, los protocolos asociados y los planes de muestreo no siempre están estandarizados. Además, existen muy diversas formas de reportar y almacenar datos, dependiendo del programa de monitoreo. Así es que, a fin de alinear las iniciativas de monitoreo trinacionales, es fundamental que los tres países adopten protocolos compatibles y estándares comunes de datos para los atributos monitoreados; utilicen un marco de muestreo espacialmente equilibrado, y mantengan bases de datos compatibles y de fácil acceso.

5.1 Puntos más importantes

- **Iniciativas de monitoreo nacionales en curso:** Durante el taller, un representante de cada país hizo una presentación sobre el estado actual de los programas nacionales de monitoreo y análisis relacionados, mismos que se sintetizan en el apéndice C. Cabe señalar que un resumen integral a escala regional que englobe las valiosas contribuciones de todos los programas de monitoreo activos y los análisis en marcha en cada país, queda fuera del alcance del presente informe. Los resúmenes aquí presentados se centran únicamente en las actividades de monitoreo y análisis relacionados con las iniciativas nacionales en la materia.
- **Preguntas prioritarias para el monitoreo:** Durante las presentaciones, y también como resultado de las conversaciones que tuvieron lugar en el taller, cada país identificó las principales preguntas a responder con datos de monitoreo adicionales (resumidas en la figura 2).
- **Muestreo equilibrado en términos espaciales:** Actualmente, Estados Unidos se encuentra en proceso de probar la aplicación de un plan de muestreo priorizado y espacialmente equilibrado (a partir de un diseño GRTS) para realizar el muestreo de estratos pertinentes a las monarca (en función de los atributos definidos). Dado que el plan de muestreo basado en el diseño GRTS asigna valores a todos los sitios en donde puede llevarse a cabo el monitoreo, es posible incorporar al análisis datos provenientes de cualquier ubicación designada como hábitat, si bien lo que consolidará los resultados son los datos recolectados de sitios prioritarios. Estados Unidos ha generado un diseño GRTS (que incorpora seis estratos: pastizales protegidos y no protegidos, terrenos del CRP, campos o huertos cultivados, hábitats en áreas correspondientes a derechos de vía, espacios urbanos o suburbanos) para los sitios donde se distribuye la población oriental de monarca, y en la actualidad efectúa consultas con los expertos en el tema a fin de identificar estratos adicionales para el rango de distribución de la población de la ruta migratoria occidental. El diseño GRTS puede expandirse a escala internacional si se identifican estratos de cobertura terrestre pertinentes. De hecho, Canadá, Estados Unidos y México acordaron explorar la posibilidad de su expansión (con apoyo del USGS), iniciativa que hace falta ahora coordinar mediante comunicación adicional entre los tres países.
- **Campaña intensiva para la obtención de datos sobre la monarca:** Reunir en forma intensiva datos sobre la reproducción de las monarca, en periodos críticos y en todo su rango de distribución, proporcionará un valioso panorama del estado que guardan las poblaciones de mariposa monarca. En 2016, Canadá promovió con éxito una campaña intensiva con el propósito de recabar datos sobre la monarca (*Monarch Blitz*, a través de la plataforma Misión Monarca [*Mission monarche*]), y ahora propone la expansión de esta iniciativa a escala trinacional (véase el apéndice B). Será necesaria una estrecha comunicación entre las partes identificadas a fin de coordinar esta iniciativa.

5

Evaluación del estado y las tendencias de las poblaciones de monarca y sus hábitats, con una metodología para la selección de sitios priorizada y de equilibrio espacial, así como estándares comunes de datos

Precisar los cálculos del tamaño de las poblaciones de monarca en hibernación, mediante la recopilación de información sobre densidad de las colonias (véase el apartado 3), e identificar los lugares de origen de las monarca que migran, a través de análisis isotópicos (véase el apartado 4), son dos procedimientos que contribuirán a la formulación de recomendaciones trinacionales con base científica para la conservación de esta especie. Sin embargo, tanto las mediciones de tamaño poblacional como los análisis isotópicos se enfocan en la generación migratoria de monarca que se produce cada año, pero no toman en consideración las amenazas “locales”, presentes en el entorno ambiental a lo largo de las vías migratorias, ni tampoco las amenazas o los “cuellos de botella” demográficos que pueden haber afectado a las generaciones anteriores. Para explicar mejor las variaciones interanuales que se registran en el número de monarcas en hibernación, es importante comprender la distribución y abundancia de la especie y sus hábitats a lo largo de todo su ciclo anual (véase el apartado 1). No obstante, monitorear el estado y las tendencias de las poblaciones de monarca y sus hábitats a todo lo largo de su rango de distribución en América del Norte plantea desafíos logísticos.

La mariposa monarca es un polinizador icónico con una historia de vida fascinante y, por ende, una especie bien representada en múltiples programas de ciencia ciudadana en curso en Canadá, Estados Unidos y México. Diversos programas siguen la pista de distintos aspectos de vida de la monarca; juntos, estos programas de monitoreo con participación de científicos *amateurs* ofrecen un retrato colectivo sobre la biología y salud poblacional de la especie, y han realizado importantes contribuciones a la literatura científica revisada por pares (Ries y Oberhauser, 2015).



El ciclo de vida anual de la monarca se muestra en la porción exterior de la figura 2. Al llegar la primavera, las monarca abandonan sus colonias de hibernación (A). Éstas se aparean ya sea al comenzar a apartarse de sus sitios de hibernación o durante el trayecto hacia las zonas de reproducción en primavera (B). Las hembras adultas ponen sus huevos en plantas de asclepia (C). Las orugas (D) emergen de los huevos y luego de casi dos semanas pupan (E) para transformarse en adultos. Las generaciones subsiguientes de monarcas adultas dependen de los recursos de hábitat (F), el clima y otros factores ambientales. A finales de verano y principios del otoño, las monarca migran (G) hacia los sitios de hibernación en California y México (I-J). Para reposar durante su largo trayecto migratorio, al caer la noche se detienen y agrupan en perchas o “racimos” (H). Diversos factores de presión y deterioro ecológico, incluidos enemigos naturales de la especie (parásitos [K], parasitoides [L, M], depredadores [N, O]) y amenazas de origen humano (destrucción de hábitat y aplicación de plaguicidas [P], colisiones con vehículos en carreteras [Q], especies invasoras [R] y efectos del cambio climático [S]) pueden afectar la supervivencia de las monarca y su capacidad para desplazarse en el tiempo y el espacio.

Se han definido múltiples preguntas a resolver con datos del monitoreo, aplicables a las zonas geográficas que se señalan en el diagrama de Venn, al centro de la figura 2. A continuación se exponen tales interrogantes, en una lista que —sin ser exhaustiva— refleja sólo las preguntas prioritarias para el monitoreo en los ámbitos tanto nacional como trinacional:

1. ¿Cuáles son la abundancia y la distribución de huevos, orugas y monarca adultas, y cómo varían estos valores en virtud de las temporadas, hábitat, clima, contexto paisajístico y prácticas de uso del suelo?
2. ¿Cuáles son la distribución y fenología de los recursos que conforman el hábitat de la monarca (por ejemplo, asclepias, plantas productoras de néctar, corredores ribereños), y de qué manera influyen en la migración, reproducción y supervivencia de la especie? ¿Dónde se encuentran y cuándo se producen los factores limitantes de los recursos de hábitat?
3. ¿Cuáles son la prevalencia e incidencia de los enemigos naturales de las monarca y las amenazas de origen humano, y cómo interactúan estos factores con las estaciones, hábitat y disponibilidad de recursos, afectando la salud y supervivencia de las monarca?
4. ¿Cuáles son las proporciones con que contribuyen a las colonias en hibernación en México las monarca nacidas en territorio canadiense y estadounidense (contribuciones regionales)?
5. ¿Dónde y cuándo representan las plantas de asclepia un factor limitante para la reproducción de las monarca?
6. ¿Cómo cambian de un año a otro la abundancia y el momento de arribo y partida de las mariposas monarca en las regiones de reproducción en verano?
7. ¿Existe la posibilidad de que se presenten desajustes fenológicos entre la disponibilidad de recursos de hábitat y el desplazamiento de las monarca en primavera y verano, su reproducción y su migración de otoño?
8. ¿Es posible expandir la distribución de plantas de asclepia o algodoncillo y, por lo tanto, de mariposas monarca hacia zonas más septentrionales? ¿Existe un límite al norte, o distancia máxima respecto de las colonias de hibernación, para los ejemplares que se reproducen en verano? De ser así, ¿cuáles son las implicaciones para la migración asistida de la monarca?
9. ¿Cuál es la distribución, abundancia y fenología de las especies de asclepia (nativas y alóctonas)? ¿Cuándo y dónde contribuyen las plantas de asclepia o algodoncillo a la reproducción de monarcas en primavera u otoño, en especial en el norte de México?
10. ¿Cuáles son las vías migratorias de las “viajeras” de primavera y otoño?
11. ¿Qué especies de arbustos o árboles utilizan las migrantes de otoño para percharse (formando “racimos”)? ¿En qué partes o secciones de la planta perchan las monarca?
12. ¿Cuál es la magnitud de las presiones derivadas de la depredación y las amenazas creadas por el hombre (colisiones con vehículos, contaminación) en los corredores migratorios y los sitios de hibernación?
13. ¿Cómo podemos estimar el tamaño y densidad de las colonias de monarca en hibernación?
14. ¿De qué manera pueden aumentarse las iniciativas de monitoreo a fin de recoger datos de nuevas colonias de monarca en hibernación, o de aquellas ya establecidas pero que aún no son objeto de monitoreo?
15. ¿Qué tanto intercambio se produce entre las poblaciones oriental y occidental?
16. ¿Cuáles son lugares de origen de las monarca que hibernan en California?

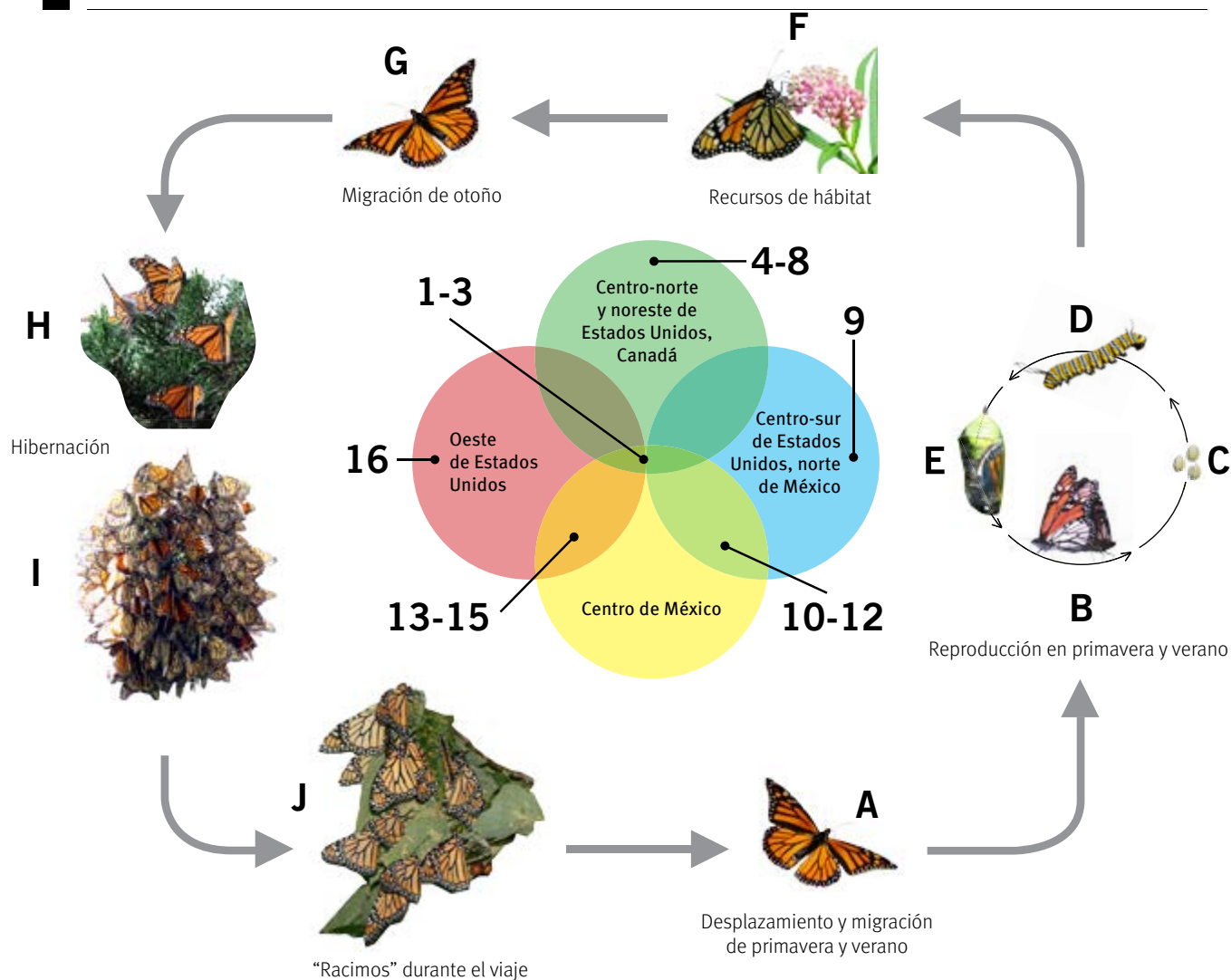
A partir de las preguntas prioritarias para el monitoreo representadas en la figura 2, cada país enlistó los elementos (atributos o características) que monitorea en la actualidad, así como las organizaciones y protocolos de monitoreo asociados (véase el cuadro 1). Además, se presenta un inventario preliminar de los protocolos de monitoreo de Canadá, Estados Unidos y México (p. 45). Los tres países acordaron adoptar o adaptar, según corresponda, los protocolos vigentes. Los atributos de mayor interés a escala trinacional incluyeron:

- densidad y fenología de las monarca adultas;
- densidad de los huevos y larvas de monarca;
- disponibilidad de plantas con néctar (por especie), y
- presencia o densidad de plantas de asclepia (por especie).

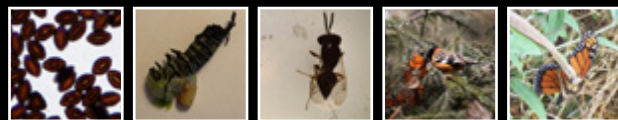
5.2 Principales retos y recomendaciones

- **Compartir protocolos actuales y establecer estándares de datos compatibles:** Puesto que la monarca tiene una historia de vida compleja (véase la figura 2), y existen ya varios programas de monitoreo en curso, no es posible generar protocolos aplicables a escala universal. En cambio, a medida que cada país elabore sus programas, será necesario asegurarse de que éstos sean compatibles y, según proceda, se referencien mutuamente.
 - *Protocolos.* Cada país compartirá los protocolos de monitoreo de que dispone en su estado actual (reconociendo que estos protocolos evolucionarán a partir de pruebas futuras). Los protocolos actualmente disponibles a partir de la página 45.
 - *Estándares de datos.* Los responsables de elaborar los protocolos y las bases de datos de cada país identificarán los campos de datos y estándares requeridos para cada atributo compartido. Se recomienda adoptar los estándares Darwin Core (TDWG, 2009).
- **Desarrollar nuevos protocolos compatibles:** Las mariposas monarca utilizan diversos ecosistemas, y los protocolos de monitoreo existentes podrían, por ello, no ser igualmente adecuados para todos los ecosistemas. Por ejemplo, en el oeste y sur de Estados Unidos y en México se ha identificado la importancia de los corredores ribereños, cuyo monitoreo exige protocolos específicos.
 - Representantes del Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF-México) y la Alianza Científica en Favor de la Conservación de la Mariposa Monarca (MCSP, por sus siglas en inglés) sostuvieron ya discusiones preliminares a fin de modificar un protocolo de la MCSP —originalmente formulado para los estratos del este— y utilizarlo en los corredores ribereños. Conforme se desarrolle, este protocolo se compartirá con todas las partes, incluidas la Alianza Científica en Favor de la Conservación de la Mariposa Monarca Occidental (*Western Monarch Conservation Science Partnership*, WMCSP) y el Grupo Asesor de Texas (*Texas Advisory Panel*, TAP).
- **Establecer un plan común de muestreo, priorizado y espacialmente equilibrado (con base en un diseño GRTS):** Las mariposas monarca aprovechan recursos en diversos estratos (por cuanto a tipos de terreno o cobertura terrestre) y, por tanto, tomar muestras representativas de todos los estratos pertinentes significa todo un reto.
 - *Diseño GRTS trinacional.* Estados Unidos expandirá su diseño GRTS, priorizado y espacialmente equilibrado, a Canadá y México. Expertos en la materia entablaron ya pláticas con el USGS a fin de identificar los estratos y datos de cobertura terrestre apropiados, e incorporarlos al diseño.
- **Compartir datos:** En la actualidad, la información de los diferentes programas se mantiene en bases de datos diferentes. El acceso amplio a los datos será importante para realizar análisis trinacionales colaborativos.
 - Una vez adoptados los estándares pertinentes, los datos registrados —en un formato apropiado— para los atributos relevantes (como la presencia de la especie) deberán subirse a bases de datos accesibles a escala nacional: *Canadensys*, para Canadá; BISON, para Estados Unidos, y Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB) y Sistema Nacional de Monitoreo de la Biodiversidad (SNMB), para México.

Figura 2. Ciclo de vida anual de la monarca, amenazas, y preguntas prioritarias para el monitoreo a escala trinacional



Enemigos naturales de las monarca



K

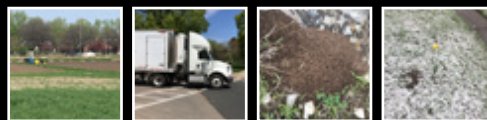
L

M

N

O

Amenazas creadas por el hombre



P

Q

R

S

Fuente: Apuntes de resumen del taller realizado por la CCA.

Nota: Las presentes imágenes se reproducen con la debida autorización. (K) Esporas del parásito protozoario *Ophryocystis elektroscirrha* (Sonya Altizer).

(L) Larva de mosca taquinida emergiendo de una oruga de monarca (Cindy Stone). (M) Avispa parasitoide adulta (Monarch Lab de la UMN). (N) Picogordo

comiendo una monarca en una colonia de hibernación en México (Hayley Schroeder). (O) Mantis religiosa tras capturar una monarca (Charlie Gatchell).

(P) Campo cultivado (Holly Holt). (Q) Camión (los vehículos que circulan en carreteras pueden causar mortalidad de ejemplares adultos de monarca) (Holly Holt). (R) Montículo de hormigas rojas (*Solenopsis invicta*) (Kristen Baum). (S) Efectos del cambio climático (Holly Holt).

- Asimismo, los datos registrados conforme a los estándares establecidos deberán estar disponibles para descarga desde el portal en internet de cada programa (por ejemplo, eButterfly). Mientras tanto, una alternativa sería solicitar datos directamente a las personas de contacto de los distintos programas.
- **Implementar programas de monitoreo:** Se necesitan más datos para nutrir y orientar las iniciativas de conservación de la mariposa monarca. Recolectar estos datos a través de todo el rango de distribución de la especie requerirá la participación de científicos *amateurs* a escala regional. Sin embargo, existen varios retos logísticos, financieros y sociales para implementar programas regionales de monitoreo a esta escala.
 - *Reclutamiento y capacitación de los participantes.* Reclutar y capacitar a los participantes requiere coordinación y financiamiento. Cada país trabaja con recursos limitados y con las redes de reclutamiento de que actualmente se dispone.
 - *Participación y retención.* Resulta fundamental que los participantes en actividades o iniciativas de monitoreo conserven su interés y compromiso de una temporada a otra, y que se sientan motivados para monitorear durante periodos clave. Ello requiere coordinación y comunicación, así como la identificación meticulosa de los periodos más importantes para el monitoreo. Por ejemplo, solicitar a los ciudadanos llevar a cabo actividades de monitoreo en periodos en los que es poco probable que observen ejemplares podría desalentarles y conducir al desgaste del programa. Asimismo, ciertos aspectos de la comunicación en torno a la participación pueden automatizarse a través del diseño de aplicaciones (los proyectos de Misión Monarca, por ejemplo, incentivan el registro de datos, alentando a los participantes a alcanzar objetivos de monitoreo).
 - *Integridad y validación de datos.* El envío de observaciones ciudadanas acompañadas de fotografías a investigadores y expertos, a fin de obtener su validación, puede contribuir en forma significativa a mejorar la integridad de los datos. También es crucial explicar a los voluntarios participantes la importancia de nunca omitir informar sobre sus resultados, aun si el hallazgo es nulo (“0” —cero— ejemplares observados).
- **Coordinar la “Campana intensiva para la obtención de datos sobre la monarca”:** Se requiere de una mayor comunicación con los voluntarios participantes en actividades y proyectos de ciencia ciudadana para coordinar la recolección intensiva de datos, sobre todo durante los periodos clave de reproducción.
 - Las partes designadas darán a conocer los atributos para monitoreo (densidad de huevos y larvas de monarca lo mismo en parcelas de asclepia seleccionadas, que en plantas adicionales identificadas en caminatas aleatorias); los calendarios para el muestreo (periodos de tres a cuatro días, según corresponda a cada tipo geográfico); las plataformas de datos o programas de monitoreo (probablemente, Misión Monarca, MLMP, Red Nacional de Monitoreo de la Mariposa Monarca), y el compromiso asociado a las iniciativas de ciencia ciudadana (véase el apéndice C).
- **Mejorar la coordinación y comunicación entre los sectores interesados y despejar ideas erróneas:** Convertida ya en estandarte de la conservación de las especies polinizadoras, la monarca ha atraído la atención de organismos de financiamiento, la industria y profesionales de la conservación en el seno de ONG, el sector académico y dependencias estatales y federales. Coordinar la investigación y el monitoreo, la difusión educativa y el trabajo de conservación del hábitat entre veteranos y neófitos representa un reto.
 - *Alianzas y proyectos conjuntos.* Los organismos de coordinación, como la alianza Monarch Joint Venture (MJV) en Estados Unidos (véase el apéndice C), tienen la obligación de reducir la duplicación de esfuerzos en las iniciativas de conservación, así como publicar y promover información correcta o precisa (en especial, en respuesta a las interpretaciones equívocas divulgadas por los medios). México se encuentra trabajando para formar su propia alianza, que aprovechará y potenciará los recursos y experiencias de organizaciones ya en operación, como la Red Monarca (Red Monarca, 2017) (véase el apéndice C).
 - *Participación de los colaboradores.* Siempre que resulte oportuno, la TMCSP deberá procurar la participación de representantes de los programas de ciencia ciudadana vigentes.

5.3 Personas de contacto

- **Protocolo de la Red Nacional de Monitoreo de la Mariposa Monarca:** Marco Castro (Conanp, México)
- **Protocolo de Monitoreo de la MCSP:** Karen Oberhauser y Wendy Caldwell (MJV, Estados Unidos)
- **Misión Monarca y eButterfly:** Maxim Larrivé (Insectario de Montreal, Canadá)
- **Coordinación de la “Campaña intensiva para la obtención de datos sobre la monarca” (*Monarch Data Blitz*):** Maxim Larrivé y Sonya Charest (Insectario de Montreal, Canadá), Michael Gale (USFWS, Estados Unidos), Karen Oberhauser (MJV, Estados Unidos) y Rocío Treviño (Correo Real, México)
- **Diseño GRTS:** Emily Weiser y Wayne Thogmartin (USGS, Estados Unidos); Greg Mitchell (ECCC, Canadá) y Francisco Botello (UNAM, México)
- **Formación de la Empresa Conjunta:** Gloria Tavera (Conanp, México), Rocío Treviño (Correo Real, México), Karen Oberhauser y Wendy Caldwell (MJV, Estados Unidos)



Discusión entre expertos durante el taller “Monitoreo de la mariposa monarca y su hábitat en América del Norte”, celebrado en Toluca, México, en marzo de 2017.

Cuadro 1. Organizaciones de monitoreo que aportan datos a las iniciativas nacionales

Atributo	Organizaciones de monitoreo		
	Canadá	Estados Unidos	México
Densidad y fenología de las monarca adultas	eButterfly; Bird Studies Canada	Actividad de monitoreo 2 de la MCSP; Censos del Cuatro de Julio de la Asociación de Mariposas de América del Norte; Journey North (censos durante la primera aparición); eButterfly	Red Nacional de Monitoreo de la Mariposa Monarca, coordinada por la Conanp
Densidad de los huevos y larvas de monarca	Misión Monarca	Actividad de monitoreo 3 de la MCSP; MLMP	Red Nacional de Monitoreo de la Mariposa Monarca, coordinada por la Conanp
Disponibilidad de plantas con néctar, y preferencias de alimentación de las monarca adultas	Misión Monarca*	Actividad de monitoreo 3 de la MCSP	Red Nacional de Monitoreo de la Mariposa Monarca, coordinada por la Conanp; WWF-México*
Presencia o densidad de plantas de asclepia	Misión Monarca; Universidad de Ottawa	Actividad de monitoreo 3 de la MCSP; MLMP	Red Nacional de Monitoreo de la Mariposa Monarca, coordinada por la Conanp (actualmente registra sólo datos de distribución, si bien se interesa también en aquellos relativos a la densidad*)
Orígenes natales (marcación)	Monarch Watch	Monarch Watch; Estudio sobre la Mariposa Monarca del Suroeste	Conanp; * WWF-México* (marcaje de migrantes de primavera)
Orígenes natales (isótopos)	ECCC; Universidad de Guelph; Universidad Occidental de Ontario (<i>Western University</i>)	—	Conanp; WWF-México*
Conteo de la población en hibernación y área ocupada	—	Conteo del Día de Acción de Gracias de la Mariposa Monarca Occidental	Conanp; WWF-México
Mortalidad durante la hibernación	ECCC; Universidad de Guelph; Universidad Occidental de Ontario (<i>Western University</i>)	—	Conanp; WWF-México
Densidad de la población en hibernación (LiDAR)	—	Universidad de Carolina del Norte; USFWS; MCSP	Conanp; WWF-México
Observaciones de racimos en percha durante la noche, y plantas hospederas preferidas	eButterfly	Journey North	Red Nacional de Monitoreo de la Mariposa Monarca, coordinada por la Conanp
Supervivencia de huevos y orugas de monarca	MLMP	Actividad de monitoreo 4 de la MCSP; MLMP	Red Nacional de Monitoreo de la Mariposa Monarca, coordinada por la Conanp
Prevalencia de parasitismo (Oe)	Proyecto Salud de la Monarca	Actividad de monitoreo 4 de la MCSP; Proyecto Salud de la Monarca	Conanp* (norte de México) y Correo Real*
Prevalencia de parasitoides (mosca taquínida)	MLMP	Actividad de monitoreo 4 de la MCSP; MLMP	—
Amenazas (por ejemplo, colisiones con vehículos, clima, plaguicidas)	—	—	Red Nacional de Monitoreo de la Mariposa Monarca, coordinada por la Conanp
Depredadores	—	—	Red Nacional de Monitoreo de la Mariposa Monarca, coordinada por la Conanp
Densidad de hormigas rojas	—	Actividad de monitoreo 5 de la MCSP	—
Gestión o manejo de datos	eButterfly	Actividad de monitoreo 6 de la MCSP	Red Nacional de Monitoreo de la Mariposa Monarca, coordinada por la Conanp

Nota : El asterisco señala las organizaciones que, si bien de momento no monitorean el atributo designado, están interesadas en adaptar protocolos utilizados actualmente en otros países.



Taller celebrado en Toluca, del 4 al 5 de marzo de 2017

Orden del día

Monitoreo de la mariposa monarca y su hábitat en América del Norte

4 y 5 de marzo
Toluca, Estado de México
México

Como parte de las actividades del proyecto 13: *Ruta migratoria de la mariposa monarca: comunicación, conservación participativa y programas educativos a lo largo de la ruta*, del Plan Operativo 2015-2016 de la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA), este taller reunió a expertos en monitoreo de la Alianza Científica en Favor de la Conservación de la Mariposa Monarca (*Monarch Conservation Science Partnership*, MCSP), de alcance trinacional, quienes determinaron las prioridades de monitoreo e inventariado de las etapas vitales de la mariposa monarca y su hábitat a escalas geográficas pertinentes para la conservación de la especie.

El taller tuvo como objetivos:

1. Determinar prioridades de monitoreo decisivas en Canadá, Estados Unidos y México.
2. Analizar protocolos de monitoreo e inventariado de las etapas vitales de la mariposa monarca en toda América del Norte.
3. Establecer prioridades de monitoreo e inventariado y planes de acción para toda América del Norte.



Identificación de las prioridades trinacionales de monitoreo durante el taller “Monitoreo de la mariposa monarca y su hábitat en América del Norte”, celebrado en Toluca, México, en marzo de 2017.

Pasos siguientes y plazos identificados durante el taller

- **Abril de 2017:** El equipo LiDAR de la Universidad Estatal de Winston-Salem (WSSU) procurará volver a México y California tan pronto partan las monarca de sus sitios de hibernación, a fin de escanear los sustratos desocupados.
- **29 de julio a 6 de agosto de 2017:** Las partes designadas durante el taller definirán y comunicarán los pasos a seguir. Las fechas indicadas corresponden a las proyectadas para celebrar la “Campaña intensiva para la obtención de datos sobre la monarca” (*Monarch Data Blitz*).
- **Agosto de 2017:** Greg Mitchell compilará una serie de recomendaciones con miras a integrar un protocolo para la recolección de muestras de monarca, y las enviará por correo-e a Gloria Tavera.
- **Mayo a diciembre de 2017:** Gloria y Greg trabajarán con las partes pertinentes a fin de formular colectivamente un esquema de muestreo representativo para la recolección de monarca en colonias de hibernación, así como idear un protocolo de recopilación aplicable en caso de condiciones o eventos climáticos severos. Gloria obtendrá los permisos necesarios para el muestreo.
- **Enero de 2018:** En tanto se obtienen los resultados analíticos, posiblemente se justifique continuar realizando lecturas LiDAR en los sitios de hibernación de la monarca. De desarrollarse con éxito la metodología, el uso de la tecnología LiDAR de teledetección y la fotografía de alta resolución asociada tendrán aplicación futura no sólo para estimar año con año la densidad de las colonias en hibernación, sino también para monitorear y registrar la mortalidad en el transcurso de cada invierno.
- **Mayo de 2017 a agosto de 2018:** El equipo LiDAR de la WSSU formulará y evaluará enfoques analíticos para la estimación (sustractiva y con componente geométrico) de volumen de las colonias de monarca o para los conteos individuales.
- **Diseño GRTS:** Las partes designadas durante el taller han comenzado a intercambiar información, y continuarán haciéndolo.
- **Coordinación de protocolos de monitoreo:**
 - *Densidad de los huevos y larvas de monarca:* Las partes designadas (MJV, Maxim Larrivéé y Marco Castro) identificarán los campos de datos comunes.
 - *Disponibilidad de plantas con néctar:* MJV compartirá protocolos con otras partes designadas.

Sábado 4 de marzo de 2017

- 09:00–09:30 Café y registro de participantes
1. 09:30–10:00 **Introducción, actividades en marcha y prioridades, resultados deseados de la reunión**
Presentación de participantes; *10 min*
Presentación de los proyectos 12 y 13 de la CCA y objetivos del taller, **Georgina O’Farrill**; *10 min*
Introducción y puesta al día, Alianza Científica en Favor de la Conservación de la Mariposa Monarca (*Monarch Conservation Science Partnership*, MCSP), **Michael Gale**; *10 min*
- 10:00–10:15 Receso
2. 10:15–12:30 **Presentaciones, incluida breve descripción de los protocolos de monitoreo actuales y las propuestas de monitoreo; 2 h 15 min**
Prioridades de monitoreo e inventariado de la monarca en Canadá, **Maxim Larrivée** y **Greg Mitchell**; presentación de *45 min*, sesión de preguntas incluida
Prioridades de monitoreo e inventariado de la monarca en México, **Gloria Tavera** y **Marco Antonio Castro**; presentación de *45 min*, sesión de preguntas incluida
Prioridades de monitoreo e inventariado de la monarca en Estados Unidos, **Holly Holt** y **Karen Oberhauser**; presentación de *45 min*, sesión de preguntas incluida
3. 12:30–13:00 **Sesión de análisis dirigida: Prioridades de monitoreo e inventariado de la monarca en América del Norte; 30 min**
Principales prioridades de monitoreo e inventariado
Establecimiento de prioridades trinacionales
Acciones y acuerdos a futuro
- 13:00–14:00 Almuerzo
4. 14:00–15:30 **Sesión de análisis dirigida: Prioridades de monitoreo e inventariado de la monarca en América del Norte (cont.); 1 h 30 min**
Determinación de objetivos de monitoreo en América del Norte
Protocolos trinacionales de monitoreo sugeridos
Bases de datos requeridas
- 15:30–15:50 Receso
5. 15:50–17:00 **Conclusiones 1 h 10 min**
Pasos siguientes y colaboraciones futuras
Determinación de objetivos para la sesión práctica

Domingo 5 de marzo de 2017

- 07:00–09:00 **Traslado** a la colonia de hibernación Oxtotilpan en Temascaltepec, Estado de México (*se incluye desayuno empacado*)
- 09:00 **Llegada** a la colonia de hibernación Oxtotilpan
6. 09:00–13:00 **Sesión práctica** en la colonia de hibernación Oxtotilpan
- 13:00–14:00 Almuerzo (*empacado*)
- 14:00–16:00 **Traslado** a Toluca
7. 17:00–18:30 **Perspectiva general y preguntas surgidas de la sesión práctica**
Comentarios generales
Principales retos
Plan de acción y cronograma
Pasos siguientes

Asistentes al taller

Asistente	Correo-e	País	Cargo	Organización
Maxim Larrivé	maxim.larree@ville.montreal.qc.ca	Canadá	Jefe de las colecciones entomológicas e investigador	Insectario de Montreal
Gregory Mitchell	gregory.mitchell@canada.ca	Canadá	Investigador	Ministerio de Medio Ambiente y Cambio Climático de Canadá (ECCC)
Alfonso Alonso	alonsoa@si.edu	México	Director, Programa de Estudios de Campo	Instituto Smithsonian
Francisco Botello	franciscobotello@conbiodes.com	México	Investigador	Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)
Marco Antonio Castro Martínez	marco.castro@conanp.gob.mx	México	Coordinador regional de iniciativas nacionales e internacionales, Conanp	Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp)
Diana Caterine Forero Díaz	dforero@wwfmex.org	México	Coordinadora de ciencia	WWF-México
Felipe Martínez Meza	fmartinez@conanp.gob.mx	México	Director de la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca	Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp)
Eduardo Rendón	erendon@wwfmex.org	México	Coordinador, Programa Mariposa Monarca	WWF-México
Gloria Tavera	gtavera@conanp.gob.mx	México	Directora regional, Centro y Eje Neovolcánico	Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp)
Rocío Treviño	correo.monarca@gmail.com	México	Coordinadora, programa Correo Real	Correo Real, Profauna, A.C.
Michael Gale	michael_gale@fws.gov	Estados Unidos	Asistente especial, División de Política	Servicio de Pesca y Vida Silvestre de Estados Unidos (USFWS)
Holly Holt	hholt@umn.edu	Estados Unidos	Coordinadora científica	Monarch Joint Venture (MJV)
Karen Oberhauser	oberh001@umn.edu	Estados Unidos	Copresidenta, comité directivo de MJV; profesora del Departamento de Pesca, Vida Silvestre y Biología de la Conservación de la UMN	Monarch Joint Venture (MJV); Monarch Lab, Universidad de Minnesota (UMN)
Wayne Thogmartin	wthogmartin@usgs.gov	Estados Unidos	Ecólogo, investigador	Servicio de Estudios Geológicos de Estados Unidos (USGS)
Emily Weiser	eweiser@usgs.gov	Estados Unidos	Bióloga	Servicio de Estudios Geológicos de Estados Unidos (USGS)
Georgina O'Farrill	gofarrill@cec.org		Coordinadora principal de proyecto	Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA)

Personas de contacto adicionales (que no asistieron al taller)

Contacto	Correo-e	País	Cargo	Organización
Sonya Charest	scharrest@ville.montreal.qc.ca	Canadá	Personal de base	Insectario de Montreal
Keith Hobson	khobson6@uwo.ca	Canadá	Profesor e investigador	Universidad Western Ontario; ministerio de Medio Ambiente y Cambio Climático de Canadá (ECCC)
Wendy Caldwell	monarchs@monarchjointventure.org	Estados Unidos	Coordinadora	Monarch Joint Venture (MJV)
Ryan Drum	ryan_drum@fws.gov	Estados Unidos	Coordinador de conservación estratégica de hábitat	Servicio de Pesca y Vida Silvestre de Estados Unidos (USFWS)
Nickolay Hristov	hristovni@wssu.edu	Estados Unidos	Profesor asociado	Universidad Estatal Winston-Salem
Leonel Ruiz Paniagua	lpaniagua@conanp.gob.mx	México	Jefe de departamento	Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp)



B



Campaña intensiva para la obtención de datos sobre la monarca

A continuación se presentan los materiales elaborados como parte de la campaña intensiva para la obtención de datos sobre la monarca que tuvo lugar en 2017.

¿Por qué una campaña intensiva de América del Norte en torno a la monarca?

Los datos obtenidos a través de esta iniciativa ofrecerán una singular oportunidad para estimar el tamaño de la población reproductora de verano de mariposas monarca migratorias a través de América del Norte. La recopilación exhaustiva de datos sobre la reproducción de la monarca en espacios y momentos críticos a lo largo de su rango de distribución proporcionará un valioso panorama de la situación y condiciones que guarda la población estival de la especie, algo que nunca antes se ha hecho a escala subcontinental.

¿Cómo participar en la campaña intensiva?

Sal a tantos campos de asclepia o algodoncillo como te sea posible para contar el número de orugas que puedas encontrar en hasta 100 plantas de algodoncillo.

¿Cuál es el protocolo?

Es fácil: entre el 29 de julio y el 5 de agosto acude a cualquier lugar de América del Norte en donde puedas encontrar hábitats que albergan plantas de algodoncillo; busca orugas de monarca en tales plantas, y luego dinos cuántas orugas encuentraste y qué tantas plantas observaste. Registra todas tus salidas de campo en el sitio web de Misión Monarca: <www.mission-monarch.org/es/> (Insectario de Montreal *et al.*, 2016).



Programas de monitoreo actuales

Diseño de protocolos y muestreo: eButterfly (www.e-butterfly.org) y Misión Monarca (www.mission-monarch.org/es/) son los dos principales programas de ciencia ciudadana que recopilan datos georreferenciados sobre la presencia de ejemplares de monarca y mariposas coocurrentes, la densidad de plantas de asclepia y otros aspectos relacionados con los puntos o sitios de monitoreo en Canadá.

Estado que guarda la implementación: El programa nacional de monitoreo de las tendencias de reproducción de la monarca y de las variaciones en la densidad de las plantas de asclepia o algodoncillo se lanzó en 2016 mediante el proyecto Misión Monarca. Por su parte, el proyecto eButterfly monitorea desde 2012 la distribución de especímenes adultos de monarca conjuntamente con la presencia de especies de mariposas coocurrentes en Canadá. El enfoque actual de ambas iniciativas se centra en expandir la red de recursos humanos participantes y aliados en todo el país.

Futuras necesidades y oportunidades para la colaboración nacional y trinacional: Entre los principales retos para la implementación del programa de monitoreo en Canadá, y las oportunidades para la colaboración trinacional, figuran:

- Impulso de una mayor capacidad de coordinación para estandarizar la recopilación de datos en todo Canadá y expandir la red de aliados y participantes en proyectos de ciencia ciudadana.
- Asignación de recursos especiales para analizar y publicar datos de monitoreo de la productividad de los hábitats de reproducción y otras prioridades de investigación identificadas por la CM CSP.

C.2 Estados Unidos

Tras advertir la disminución en la población de monarca de la ruta migratoria oriental, un grupo de expertos en la especie se reunió en 2009 y conformó lo que en un principio se denominó Grupo de Trabajo del Centro Powell (*Powell Center Working Group*), en honor del Centro para el Análisis y Síntesis John Wesley Powell (*John Wesley Powell Center for Analysis and Synthesis*) del Servicio de Estudios Geológicos de Estados Unidos (*United States Geological Survey*, USGS), que fuera anfitrión del grupo durante su reunión inaugural, así como en las subsecuentes. Conformada por científicos y profesionales de la conservación de los sectores gubernamental, académico y de distintas ONG, la agrupación se enfocó desde sus orígenes en: 1) modelizar las tendencias demográficas de la monarca y evaluar el impacto de las amenazas; 2) establecer objetivos con respecto a la población de monarca y metas para su hábitat, y 3) crear herramientas para la conservación a fin de orientar la toma de decisiones. Más adelante, en 2014, con el propósito de reflejar de mejor manera sus prioridades de investigación, el grupo cambió su nombre a Alianza Científica en Favor de la Conservación de la Mariposa Monarca (*Monarch Conservation Science Partnership*, MCSP), como hoy día se le conoce.

Ese mismo año (2014), el Servicio de Pesca y Vida Silvestre de Estados Unidos (*United States Fish and Wildlife Service*, USFWS) recibió una petición conjunta, mediante un informe por el que el Centro para la Diversidad Biológica (*Center for Biological Diversity*), el Centro para la Seguridad Alimentaria (*Center for Food Safety*), la Sociedad Xerces para la Conservación de los Invertebrados (*Xerces Society for Invertebrate Conservation*) y L. Brower solicitaron incluir a la mariposa monarca en la lista de especies amenazadas (CBD, 2014). El fallo positivo, publicado por el USFWS a finales de 2014 —dentro de los noventa días siguientes a la fecha de recepción de la solicitud—, activó el proceso de evaluación del estado de conservación de la monarca, de conformidad con la Ley de Especies en Peligro de Extinción (*Endangered Species Act*, ESA). La decisión por cuanto a su ingreso en la lista se espera para junio de 2019.

Puesto que la población oriental de monarca es considerablemente mayor que la occidental, los estudios realizados hasta la fecha por la MCSP (enlistados *infra*) se han centrado principalmente en las mariposas de la ruta migratoria del este (véase el apartado 1). Los análisis e iniciativas de monitoreo de la MCSP, tanto los previos como aquellos que se encuentran todavía en curso, contribuyen a la evaluación por parte del USFWS del estado que guarda la monarca y a la formulación de recomendaciones para su conservación.

Análisis realizados por la MCSP

1. *Estimación del objetivo de conservación de la población oriental mediante un análisis de viabilidad poblacional:* Con base en datos sobre hibernación (WWF-México y Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca) y datos obtenidos de iniciativas

de ciencia ciudadana (MLMP), este estudio (Semmens *et al.*, 2016) halló que la población oriental de monarca fluctúa de manera estocástica pero, sobre todo, que está en descenso. Más aún, de acuerdo con los estándares de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), la mariposa monarca (población oriental) está en peligro de extinción, con un riesgo de extinción mayor al 20 por ciento [$>20\%$] en los próximos veinte años. A fin de reducir las posibilidades de que la población oriental de esta especie disminuya al grado de que su recuperación resulte imposible, este análisis sugiere la necesidad de aumentar las colonias en hibernación a un tamaño acumulado de seis hectáreas, para así contrarrestar los eventos estocásticos. Dado que la pérdida de hábitats de asclepia o algodoncillo en el territorio de Estados Unidos ha contribuido en gran medida a la drástica disminución registrada por la especie (Pleasants y Oberhauser, 2013; Stenoien *et al.*, 2016), este estudio recomienda incorporar plantas de asclepia al paisaje estadounidense, en especial en sus regiones centro-norte y nororiental.

2. *Estimación del objetivo de conservación de plantas de asclepia:* Con miras a contribuir al objetivo de alcanzar un área total de seis hectáreas para las colonias en hibernación en México, la MCSP ha utilizado una variedad de métodos que permiten calcular la cantidad de plantas de asclepia que es preciso añadir al paisaje de Estados Unidos para favorecer la reproducción de las monarca y, con ello, asegurar los correspondientes niveles necesarios para la población oriental de monarca correspondiente.

- a) *Enfoque ascendente:* Pleasants (2016) utilizó datos históricos para estimar la cantidad de plantas de asclepia que solía haber en Estados Unidos antes de la adopción generalizada del uso de glifosato, y contrastarla con la cantidad de estas plantas presentes hoy día, según conjuntos de datos actuales. La diferencia entre ambas cantidades indica el volumen de plantas de asclepia que debe añadirse al paisaje estadounidense (Pleasants, 2016).

- b) *Enfoque descendente:* Thogmartin *et al.* (2017) combinaron datos de una variedad de estudios a fin de estimar cuántas monarca se encuentran en una hectárea. Otros estudios calcularon cuántas plantas de asclepia se requieren para producir una monarca en hibernación (Nail *et al.*, 2015). Así, Thogmartin y sus colaboradores multiplicaron el número deseado de hectáreas cubiertas de mariposas monarca $\times$ el número de monarca/hectárea $\times$ el número de plantas de asclepia/ejemplares de monarca, a fin de estimar qué cantidad de plantas de asclepia se requiere. El USGS también creó un mapa de la cubierta terrestre y aplicó las estimaciones actuales de densidad de asclepia a las regiones norte-centro y nororiental para determinar el número de dichas plantas. Al restar las estimaciones de plantas de asclepia existentes a los cálculos del total necesario de estas plantas para conseguir seis hectáreas de monarca en hibernación, se obtiene la cantidad de plantas que se debe añadir al terreno.

A pesar de que esta y otras extrapolaciones presentan limitaciones, el hecho de considerar ambos enfoques (tanto el ascendente como el descendente) ha ayudado a la MCSP a perfeccionar el cálculo de la cantidad de plantas de asclepia necesarias para conseguir el objetivo de generar seis hectáreas de población de monarca. De acuerdo con los resultados de los estudios, es necesario introducir de 1,400 a 1,800 millones de vástagos de esta especie adicionales al paisaje de Estados Unidos para conseguir este objetivo poblacional (85 por ciento en la región norte-centro de este país, y 15 por ciento en la región noreste).

3. *Análisis de las líneas de trabajo para la conservación (texto original en proceso):* Los investigadores crearon un mapa de la cubierta terrestre de Estados Unidos y aplicaron densidades estimadas de plantas de asclepia a distintos tipos de cubierta (por ejemplo: pastizales, terrenos del Programa de Reservas para la Conservación [*Conservation Reserve Program*, CRP], cultivos marginales, zonas urbanas o suburbanas, hábitats en áreas correspondientes a derechos de vía) para modelar qué cantidad de plantas de esta especie se encuentra presente en el paisaje actual. A continuación, se consideraron diferentes escenarios de conservación —o “líneas de trabajo”— en los que distintos sectores terrestres, o combinaciones de los mismos, añadieron plantas de asclepia al paisaje. Los resultados de este análisis arrojaron dos conclusiones destacadas: 1) la participación del sector agrícola resulta fundamental si se quiere alcanzar el objetivo en cuanto al número de plantas de asclepia en Estados Unidos, y 2) incluso con una participación modesta del sector agrícola, si todos los demás sectores participan, es posible conseguir cerca de mil millones de vástagos de plantas de asclepia adicionales en el paisaje estadounidense. Por tal motivo, la MCSP promueve la amplia participación en las actividades de conservación en todos los sectores (su propuesta es inclusiva e invita a todos a ponerse “manos a la obra”).

4. *Modelo demográfico* (Oberhauser et al., 2016): La MCSP desarrolló un modelo espacialmente explícito que simula el ciclo de vida anual y multigeneracional de la monarca en América del Norte. Tomando en cuenta diferentes medidas de gestión (como el incremento de recursos florales productores de néctar, el aumento de plantas de asclepia y la reducción del uso de insecticidas, entre otras) para reducir los factores de presión que afectan las poblaciones de monarca a través de distintas regiones, los investigadores simulaban incrementos previstos en la población oriental de monarca. Los resultados indican que emplear medidas de conservación específicas para cada región, a lo largo de todo el rango de distribución continental de la población de monarca del este, supondría un mayor beneficio para esta especie que enfocar las iniciativas de conservación en regiones selectas.
5. *Herramientas de apoyo para la planificación de actividades de conservación de la mariposa monarca en peligro* (USGS, 2016): Estas herramientas de escritorio y en línea fueron creadas por Jason Rohweder y Wayne Thogmartin (del USGS) como apoyo para la MCSP, y se acompañan de un video con instrucciones sobre su utilización y un manual de uso asociado, materiales disponibles todos en: <www.umesc.usgs.gov/management/dss/monarch.html>. Desarrolladas a partir de una biblioteca de secuencias de comandos de Python, con un *software* ArcGIS de ESRI versión 10.3, las herramientas incluyen:
 - a) una herramienta de clasificación por condado (*County Ranking Tool*), que puede utilizarse para priorizar actividades de conservación a escala nacional, regional o local;
 - b) una calculadora de asclepias (*Milkweed Calculator*), para tabular la cantidad actual y prevista de plantas de asclepia en un área de particular interés, y
 - c) una herramienta de ajuste de área por condado (*County Area Adjustment Tool*), que permite tabular las consecuencias de los cambios en la superficie terrestre (herramienta cuya utilidad va mucho más allá de la especie monarca y los recursos que la sostienen).
6. *Análisis de las amenazas*: Más allá de la pérdida de plantas de asclepia en el paisaje de Estados Unidos (Pleasants y Oberhauser, 2013; Stenoien et al., 2016), las monarca también están amenazadas por los efectos del cambio climático, la pérdida de plantas nectaríferas en flor y la exposición a agroquímicos y enfermedades. La MCSP se encuentra en plena elaboración de un modelo de amenazas a fin de evaluar mejor el impacto de estos factores de presión abióticos y bióticos, e identificar las mejores estrategias para mitigar los factores de presión negativos.

Estrategia integrada de monitoreo de la MCSP

Diseño de protocolos y muestreo: Como se ha mencionado ya, las mariposas monarca son objeto de diversos programas de ciencia ciudadana en América del Norte y, de manera conjunta, estas iniciativas de monitoreo proporcionan información valiosa sobre la salud de la población de monarca. Sin embargo, la información que los programas de monitoreo actuales han reunido tiene algunas limitaciones importantes: sobre todo, el hecho de que la recolección de datos no se efectúa en forma aleatoria y que aún subsisten lagunas en los datos sobre los atributos clave para el monitoreo. La estrategia integrada de monitoreo de la MCSP tiene como objetivo aprovechar las fortalezas de los programas de monitoreo existentes, al tiempo que se ocupa de deficiencias en la concepción del muestreo y en los elementos a monitorear. Esta estrategia de monitoreo procurará la participación de múltiples colaboradores (proyectos de ciencia ciudadana, funcionarios federales y estatales, ONG, etc.) a fin de monitorear los principales atributos o características de la monarca y sus hábitats, mediante un plan de muestreo a gran escala espacialmente equilibrado (diseño GRTS). Los datos que se obtengan por medio de la vigilancia se utilizarán para alimentar modelos de la MCSP con base en los cuales orientar los objetivos planteados para la población oriental de monarca y sus hábitats; identificar y cuantificar la magnitud relativa de posibles amenazas, y comunicar estrategias para implementar mejoras en el hábitat. Combinados con un monitoreo concurrente de la gestión del hábitat, los datos que resulten de la vigilancia de la monarca podrían también emplearse para evaluar la efectividad de los proyectos locales —de manera oportuna y caso por caso—, en la medida en que se adopten esquemas de estudio adecuados.

El marco de la MCSP para el monitoreo integrado cuenta con seis protocolos designados como actividades o procedimientos de operación estándar, que proporcionan instrucciones para:

- validar sitios en campo;
- monitorear mariposas monarca adultas mediante el método de transectos de Pollard modificados e identificar plantas productoras de néctar preferidas por los ejemplares adultos de monarca; estimar la diversidad de especies

de plantas de asclepia y su densidad, así como la densidad de huevos y orugas de monarca en cada planta, y estimar la abundancia relativa de plantas nectaríferas en flor;

- estimar la supervivencia de las monarca hasta la etapa adulta (este protocolo exige recolectar y criar orugas de monarca, realizar pruebas a los ejemplares que lograron emerger como adultos para detectar la presencia de parásitos protozoarios, y llevar un registro de casos de parasitismo);
- estimar la abundancia y biomasa de hormigas rojas, en zonas geográficas o lugares donde ello sea pertinente, y
- registrar y evaluar los datos para control y aseguramiento de la calidad.

En la medida de lo posible, la MCSP ha utilizado o modificado los protocolos de monitoreo de ciencia ciudadana existentes, desarrollados para programas como el Proyecto de Monitoreo de Larvas de Mariposa Monarca (*Monarch Larva Monitoring Project*, MLMP) (UMN, 2017), el Proyecto Salud de la Monarca (*Project Monarch Health*) de la Escuela de Ecología Odum (*Odum School of Ecology*) de la Universidad de Georgia (UGA, 2015) y la Red de Monitoreo de Mariposas de Illinois (*Illinois Butterfly Monitoring Network*) (IBMN, 2004). Los protocolos nacionales de monitoreo (p. 45) incluye instrucciones adaptadas para el monitoreo a lo largo y ancho de diferentes estratos de terreno designados como posible hábitat de la mariposa monarca (por ejemplo: pastizales protegidos y no protegidos, terrenos del CRP, campos o huertos cultivados, hábitats en áreas correspondientes a derechos de vía, espacios urbanos o suburbanos).

La selección de sitios, a partir del diseño GRTS, se hace al incorporar en una lista priorizada todos los sitios correspondientes a un estrato. En el análisis final, los datos de los sitios prioritarios (sitios que ocupan los primeros lugares en la ordenación) tienen mayor ponderación que aquellos recolectados de sitios con prioridades más bajas. Este proceso de ponderación permite a quienes participan en el monitoreo mandar información desde cualquier ubicación aplicable (localizada en uno de los seis estratos identificados en el diseño GRTS para la población oriental de monarca) sin que se produzcan sesgos. No obstante, con que los datos presentados tengan un mayor impacto, los sitios prioritarios deben monitorearse. Si bien se recomienda la recolección de datos sobre todos los atributos o elementos de monitoreo en cada uno de los sitios, éste no es un requisito para participar en el programa. Actualmente, el diseño GRTS se ha aplicado sólo para el rango de distribución de la población oriental de la monarca; sin embargo, el USGS realiza consultas a expertos en el tema a fin de identificar estratos adicionales para expandir el diseño hacia las áreas de distribución de la ruta migratoria occidental (véase el apartado 5.1, tercer punto).

Estatus de la implementación: Puesto que llevar a cabo este proyecto a gran escala requerirá comunicación, participación e infraestructuras tecnológicas, la MCSP pretende implementarlo por fases, de manera que cada fase aproveche el progreso de los años anteriores. Los protocolos de monitoreo, la selección de sitios y el acceso a ellos, así como los procedimientos de gestión de datos, se sometieron a pruebas piloto en 2016, en ubicaciones seleccionadas (no prioritarias), a cargo de técnicos en biología y otros académicos del USFWS, ONG y organismos asociados. Los protocolos se editaron de acuerdo con la retroalimentación, y el USFWS y otros colaboradores, incluida la alianza Monarch Joint Venture (MJV), realizaron pruebas a las versiones revisadas en 2017.

Monarch Joint Venture (MJV) es una organización científica que opera en tres ámbitos relativos a la conservación de la monarca: 1) investigación y monitoreo, 2) restauración de hábitat y 3) educación y divulgación. Dirigida por sus propios asociados, MJV funciona como centro de comunicación que conecta diversos sectores interesados y goza de vasta experiencia en la capacitación de amplios sectores (científicos *amateurs*, especialistas, investigadores, etc.) en torno a protocolos de monitoreo como parte de actividades de ciencia ciudadana. Además, el Monarch Lab [Laboratorio Monarca] de la UMN —cercano colaborador de la alianza MJV— ofrece un programa de formación de instructores que servirá como modelo para fortalecer las capacidades de monitoreo de la estrategia de la MCSP. Puesto que dicha estrategia integrada tiene como finalidad procurar la participación de científicos *amateurs* y otros sectores en actividades de monitoreo de sitios prioritarios conforme al diseño GRTS, MJV aprovecha sus contactos y su experiencia en materia de capacitación precisamente para reclutar científicos *amateurs* durante sus talleres. En ellos se alienta a los participantes a realizar monitoreos en sitios prioritarios dentro del radio que cada quien elija para sus recorridos, aunque también existe la posibilidad de que cada participante decida monitorear cualquier sitio de su elección (siempre y cuando éste forme parte de uno de los estratos del GRTS). El USFWS, por su parte, emplea técnicos en biología para monitorear los sitios GRTS prioritarios en



Situación actual de los análisis y programas de monitoreo de cada país

C.1 Canadá

Introducción

- Conformada en 2016, la Alianza Científica Canadiense en Favor de la Conservación de la Mariposa Monarca (*Canadian Monarch Conservation Science Partnership*, CMCSPP) incluye a representantes de los sectores académico, no gubernamental y gubernamental de todo Canadá, con la participación de muy diversas entidades, entre las que figuran la Universidad de Guelph, la Universidad de Ottawa, la Universidad de Calgary, Bird Studies Canada, el Insectario de Montreal y el ministerio de Medio Ambiente y Cambio Climático de Canadá (*Environment and Climate Change Canada*, ECCC).
- La CMCSPP completó en 2017 su lista de prioridades de investigación y monitoreo vigentes para Canadá.
- El monitoreo de la monarca en Canadá se lleva a cabo principalmente mediante programas de ciencia ciudadana, entre los que destacan eButterfly y Misión Monarca (*Mission monarche*), ambos coordinados por el Insectario de Montreal.
- En la reunión para la evaluación de especies realizada en 2017, el Comité sobre la Situación de las Especies de Vida Silvestre en Peligro en Canadá (*Committee for the Status of Wildlife in Canada*, COSEWIC) recomendó modificar la categoría de clasificación de la mariposa monarca: de “especie de preocupación especial” a “especie en peligro de extinción”. Esta recomendación está siendo evaluada por el ECCC.

Hallazgos principales

Entre las publicaciones de importancia que describen los análisis en curso y resaltan los principales hallazgos derivados de las iniciativas canadienses para la conservación de la monarca se incluyen los artículos de Flockhart *et al.*, 2013, 2015 y 2017; Hobson *et al.*, 1999 y 2017; Soto *et al.*, 2017, y Meier-Augenstein *et al.*, 2013 (véanse las referencias completas en la bibliografía).

Análisis en curso

Con la participación conjunta de los proyectos eButterfly (2016) y Misión Monarca (Insectario de Montreal *et al.*, 2016) y del ministerio de Medio Ambiente y Cambio Climático de Canadá, se llevan a cabo análisis exhaustivos de la distribución de los hábitats de asclepia o algodoncillo, así como de las áreas de reproducción de la monarca, a fin de identificar y cartografiar puntos o zonas prioritarias para la reproducción a escalas regional y de paisaje. También están en curso —como parte de programas de ciencia ciudadana— análisis de los cambios espaciotemporales y regionales registrados en la migración y reproducción de la monarca en relación con patrones de coocurrencia de especies locales y migrantes presentes. Por último, cabe mencionar los análisis recientes —aún en progreso— para encontrar una relación entre el tamaño de la población estival en Canadá y el de las poblaciones previa y subsiguiente de hibernación en México.



el suroeste y la parte central del oeste (regiones 2 y 3 del USFWS). Los resultados de la temporada 2017 de actividades en campo moldearán las siguientes etapas de implementación. El cuadro 2 resume las actividades de implementación del programa integrado de monitoreo de la MCSP hasta el día de hoy.

Futuras necesidades y oportunidades de la estrategia integrada de monitoreo de la MCSP para la coordinación nacional y trinacional: Hasta el momento, el USFWS ha financiado tanto la elaboración como la implementación de la estrategia integrada de monitoreo. A fin de garantizar el éxito futuro del programa, la MCSP y otros colaboradores trabajan con miras a diversificar las fuentes de apoyo financiero, y además han solicitado un subsidio a la Fundación Nacional de Pesca y Vida Silvestre (*National Fish and Wildlife Foundation*, NFWF) (NFWF, 2017). Con el fin de expandir de manera exitosa la estrategia integrada de monitoreo, Estados Unidos debe construir infraestructuras de comunicación escalables, bases de datos accesibles y plataformas de coordinación en línea. Las necesidades previstas —listadas a continuación— ofrecen, a su vez, oportunidades para la colaboración a escala nacional y trinacional:

1. Protocolos (y estándares de datos): Todos los países han acordado adoptar metodologías de monitoreo compatibles, en los casos que así convenga, para lo cual se requieren protocolos y estándares de datos comunes. Será necesario continuar con el diálogo a fin de alinear los métodos y estándares de datos para el monitoreo de la monarca en toda América del Norte.
2. Selección de sitios (GRTS): El USGS ha aceptado crear un diseño GRTS trinacional. Se requerirá de análisis e intercambios futuros entre el USGS y expertos en el tema para identificar estratos exclusivos en Canadá y México.
3. Coordinación de actividades de ciencia ciudadana: En aras de recolectar datos a la escala requerida para respaldar y orientar los análisis, resulta preciso aumentar la capacidad para reclutar, capacitar, apoyar y retener a los voluntarios participantes en proyectos y actividades de ciencia ciudadana. Además de las iniciativas nacionales en curso que involucran a científicos *amateurs* en las actividades de monitoreo, Canadá, Estados Unidos y México pondrán en marcha iniciativas de ciencia ciudadana trinacionales, incluida una “Campaña intensiva para la obtención de datos sobre la monarca” (en inglés: *Monarch Data Blitz*). Para coordinar esta iniciativa de monitoreo será necesaria la comunicación adicional entre las partes identificadas.
4. Coordinación de otros participantes: Además de científicos *amateurs*, la estrategia integrada de monitoreo de la MCSP prevé procurar la participación de múltiples entidades (ONG, otras dependencias federales y estatales, etc.) en el monitoreo de los sitios GRTS prioritarios. Los colaboradores de la Alianza Científica Trinacional en Favor de la Conservación de la Mariposa Monarca (TMCSP, por sus siglas en inglés) tienen la obligación compartida de crear estas alianzas estratégicas a escalas nacional e internacional.

5. Acceso a sitios: Las mariposas monarca utilizan diversos ecosistemas; por ende, los estratos del diseño GRTS corresponden a una variedad de tipos de uso de suelo y de ecosistemas. Puesto que algunos estratos son de propiedad privada (por ejemplo, pastizales sin protección, terrenos del CRP, tierras de cultivo y espacios urbanos y suburbanos), obtener permisos para el monitoreo de sitios prioritarios dentro de estos estratos resulta logísticamente complicado. Asimismo, es probable que los ciudadanos particulares necesiten solicitar permisos a las autoridades pertinentes para el monitoreo en estratos públicos (pastizales protegidos y hábitats en áreas correspondientes a derechos de vía). El acceso a los sitios seguirá siendo un reto para la realización futura de un diseño GRTS trinacional.
6. Gestión y disponibilidad de datos: Los tres países convinieron en que los datos deben estar disponibles para todas las partes y colaboradores de la TMCSP. Sin embargo, dado que diferentes programas de monitoreo, que operan a diferentes escalas (de regional a trinacional), ya han desarrollado bases de datos independientes, es poco probable que una sola plataforma, repositorio de datos o centro de información pueda satisfacer las necesidades de todos los programas de monitoreo. En su lugar, las partes involucradas acordaron registrar los datos en un formato apropiado, con base en los estándares trinacionales, y lograr que los datos sean accesibles desde bases de datos de monitoreo individuales, o bien subir los datos en un formato conveniente a bases de datos accesibles a escala internacional (véase el apartado 5.2).
7. Análisis de datos: A medida que se recolectan los datos, los miembros de la TMCSP necesitarán analizar los resultados y actualizar de forma iterativa las recomendaciones de monitoreo y conservación.
8. Coordinación de plataformas o portales en línea: A fin de completar la visión a largo plazo de la estrategia integrada de monitoreo de la MCSP, es necesaria una plataforma que permita automatizar aspectos de la selección de sitios y rastrear las actividades de los participantes en relación con el diseño GRTS a través del tiempo y el espacio. Semejante herramienta mejorará en gran medida la coordinación de las actividades de monitoreo futuras. La Alianza para el Monitoreo del Medio Acuático del Pacífico Noroeste (*Pacific Northwest Aquatic Monitoring Partnership*, PNAMP) desarrolló una herramienta análoga para el Programa de Monitoreo del Murciélago de América del Norte (*North American Bat Monitoring Program*, NABat) (PNAMP, 2017). La alianza MJV, la PNAMP y otros colaboradores han solicitado financiamiento de la NFWF en 2017, con el objeto de adaptar la plataforma existente en función de las actividades de monitoreo de la MCSP. Una vez finalizado el diseño GRTS trinacional y resuelta la cuestión del financiamiento, esta plataforma podría extenderse a escala trinacional.

Alianza Científica en Favor de la Conservación de la Mariposa Monarca Occidental

Como se indicó anteriormente, las herramientas de investigación y conservación de la MCSP se han concentrado sobre todo en la población migratoria de monarca del este. Sin embargo, la población del oeste también se encuentra en declive (Pelton *et al.*, 2016). Por consiguiente, los expertos en la población de la ruta migratoria occidental de monarca y otros colaboradores se reunieron en Pacific Grove, California, en diciembre de 2016, para formar la Alianza Científica en Favor de la Conservación de la Mariposa Monarca Occidental (*Western Monarch Conservation Science Partnership*, WMCSP). La WMCSP está en proceso de elaborar recomendaciones de conservación y modelos paralelos que toman en consideración aspectos singulares de las monarca del oeste. De la misma forma que ha ocurrido ya en el este, los datos de monitoreo favorecerán el desarrollo y la parametrización de estos modelos. Sin embargo, dado que los estratos definidos para la monarca oriental difieren de los aplicables en el oeste, resulta que los actuales protocolos de monitoreo de la MCSP, y las características o atributos monitoreados, podrían no ser apropiados para todos los tipos de hábitat utilizados por las monarca de occidente. Evaluar y mejorar la aplicabilidad de los protocolos de la MCSP en la población occidental, y los estratos asociados, resulta esencial si se pretende expandir el alcance de la estrategia integrada de monitoreo de la MCSP. Para facilitar la evaluación de la aplicabilidad del protocolo en los estratos occidentales, MJV ha buscado fondos con los cuales organizar un taller de desarrollo en Boise, Idaho, en el marco del cual los coordinadores de las actividades de monitoreo de la MCSP puedan demostrar los protocolos y los expertos en el tema participantes aportar sus recomendaciones para la adaptación de los protocolos a los estratos del oeste. Asimismo, corresponde a tales expertos decidir si, como parte de sus actividades de monitoreo en 2017, continúan probando o implementando los protocolos de monitoreo de la MCSP (o versiones modificadas pertinentes).

- *Material de difusión*: Diversos materiales informativos elaborados por MJV, incluido uno en el que se resumen los diferentes programas de ciencia ciudadana, se encuentran disponibles en el portal de internet de la alianza, bajo la pestaña “Recursos” (MJV, 2016b).

MonarchNet alberga información general sobre la biología de la monarca y las acciones de conservación recomendadas, así como un directorio de publicaciones y programas de ciencia ciudadana relacionados con la especie (www.monarchnet.org).

- *Base de datos bibliográfica*: Biblioteca indexada de publicaciones científicas, revisadas por pares, en relación con la biología, ecología y conservación de la monarca (*MonarchNet*, 2016a).
- *Programas de ciencia ciudadana*: Directorio de los programas de ciencia ciudadana que se enfocan en la monarca y otras especies de mariposas (*MonarchNet*, 2016b).

El USFWS, por su parte, proporciona información lo mismo relativa a la conservación de la mariposa monarca (véase: www.fws.gov/savethemonarch/) que sobre la evaluación del estado de conservación de las especies (*species status assessment*) en general (USFWS, 2016).

C.3 México

Introducción

La mariposa monarca se incluyó en la lista de especies sujetas a protección especial en 2001, de acuerdo con la norma oficial mexicana sobre especies en riesgo (NOM-059) de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat). Mediante diversas iniciativas de monitoreo, México procura recopilar información de campo acerca de esta especie a lo largo de sus rutas migratorias y en las áreas donde hiberna. Las metas incluyen proteger sitios prioritarios para la migración y la hibernación de la monarca, y aprender más sobre los aspectos biológicos y ecológicos de la especie, en beneficio de su conservación.

Durante los últimos cuatro años, las actividades de monitoreo se han intensificado, con la participación de representantes de la sociedad civil y de los sectores gubernamental y académico, y hoy día abarcan 22 estados del noroeste, noreste y centro del país:

- | | | |
|-----------------------|-------------------|--------------------|
| • Baja California | • San Luis Potosí | • Hidalgo |
| • Baja California Sur | • Zacatecas | • Tlaxcala |
| • Sonora | • Durango | • Puebla |
| • Sinaloa | • Nayarit | • Estado de México |
| • Chihuahua | • Jalisco | • Michoacán |
| • Coahuila | • Aguascalientes | • Ciudad de México |
| • Nuevo León | • Guanajuato | |
| • Tamaulipas | • Querétaro | |

Red Nacional de Monitoreo de la Mariposa Monarca; coordinada por la Conanp

A partir de octubre de 2014, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp) promovió la consolidación de la Red Nacional de Monitoreo de la Mariposa Monarca en áreas naturales protegidas que son parte de la ruta migratoria y del hábitat de invernación en México. Hoy día, esta red de monitoreo incluye personal asignado a 44 áreas naturales protegidas, tres regiones de conservación prioritaria y 29 áreas naturales bajo protección estatal. Sus integrantes representan grupos de la sociedad civil; de los gobiernos federal, estatales y municipales, y del sector académico.

Cuadro 2. Actividades de implementación de la estrategia integrada de monitoreo de la Alianza Científica en Favor de la Conservación de la Mariposa Monarca, por año

Año	Organización coordinadora	Protocolos implementados ¹	Metodología para la selección de sitios	Estratos evaluados	Participantes en el monitoreo	Ubicación geográfica	Base de datos ²
2016	USFWS	Actividades 1 a 6	Diseños GRTS miniatura ³ y a conveniencia	- Pastizales protegidos - Pastizales sin protección - Terrenos del CRP - Tierras de cultivo - Hábitats en derechos de vía (bordes de carretera)	Técnicos en biología	- Región 2 del USFWS: Refugio Nacional de Vida Silvestre (NWR) de Washita y alrededores, Oklahoma - Región 3 del USFWS: NWR Neal Smith y alrededores, Iowa - Región 6 del USFWS: NWR de Waubay y alrededores, Dakota del Sur	Repositorio AGOL del USFWS
	- Monarch Lab de la UMN - Museo Field de Historia Natural de Chicago	Actividades 1 y 3	Estratificada; aleatoria	Espacios urbanos y suburbanos	Técnicos en biología	Área metropolitana de Minneapolis-St. Paul, Minnesota	Repositorio del Museo Field de Historia Natural de Chicago
	- Monarch Lab de la UMN - NRCS	Actividades 1 y 3	A conveniencia	Terrenos del CRP	Técnicos en biología	Iowa, Minnesota y Wisconsin	Repositorio del Monarch Lab de la UMN
2017	USFWS	Actividades 1 a 6	Diseño GRTS ⁴	- Pastizales protegidos - Pastizales sin protección - Terrenos del CRP - Tierras de cultivo - Hábitats en derechos de vía (bordes de carretera)	Técnicos en biología	- Región 3 del USFWS: 320 kilómetros de radio alrededor de Lamoni, Iowa, y Wisconsin - Región 2 del USFWS: 240 kilómetros de radio alrededor del NWR Balcones Canyonlands, NWR del río Neches y NWR de Hagerman, Texas	Repositorio AGOL del USFWS
	MJV	Actividades 1 a 4 y 6	Diseño GRTS ⁴	- Pastizales protegidos - Pastizales sin protección - Terrenos del CRP - Tierras de cultivo - Hábitats en derechos de vía (bordes de carretera) - Espacios urbanos y suburbanos	Voluntarios en actividades de ciencia ciudadana	- Área metropolitana de Minneapolis-St. Paul y alrededores, Minnesota - NWR Neal Smith y alrededores, Iowa - Lansing y alrededores, Michigan - Madison y alrededores, Wisconsin	Repositorio de MJV

Notas:

¹ Los protocolos nacionales de monitoreo contiene más información sobre los protocolos actuales (a junio de 2017).

² La información contenida en estas bases de datos aún no está disponible para el público.

³ Estos diseños GRTS esquematizaron sitios prioritarios de los refugios nacionales de vida silvestre (NWR) y terrenos circundantes. Aparte, se creó un diseño independiente para cada una de las regiones del USFWS. Debido a la capacidad limitada para obtener permisos de monitoreo en estratos de propiedad privada, se seleccionaron a conveniencia algunos sitios ubicados en pastizales sin protección, terrenos del CPR y tierras de cultivo.

⁴ Este diseño GRTS incluye seis estratos para el rango de distribución de las poblaciones de monarca de la ruta migratoria occidental. Dada la capacidad limitada para obtener permisos de monitoreo en estratos de propiedad privada prioritarios, podrían seleccionarse a conveniencia algunos sitios ubicados en pastizales sin protección, terrenos del CPR, tierras de cultivo y espacios urbanos y suburbanos.

Otros recursos recomendados

Algunas de las iniciativas que MJV (www.monarchjointventure.org) tiene en marcha incluyen:

- *Plan de implementación de MJV*: Resume las principales lagunas en la investigación sobre conservación de la monarca (MJV, 2016a). Este plan se actualiza cada año.
- *Seminarios web*: En colaboración con el Centro Nacional de Capacitación para la Conservación (*National Conservation Training Center*, NCTC), la alianza MJV produce y publica de manera periódica seminarios web relacionados con la biología, ecología y conservación de la monarca, impartidos por biólogos especializados en la especie, profesionales de la conservación y educadores (MJV y NCTC, 2016).

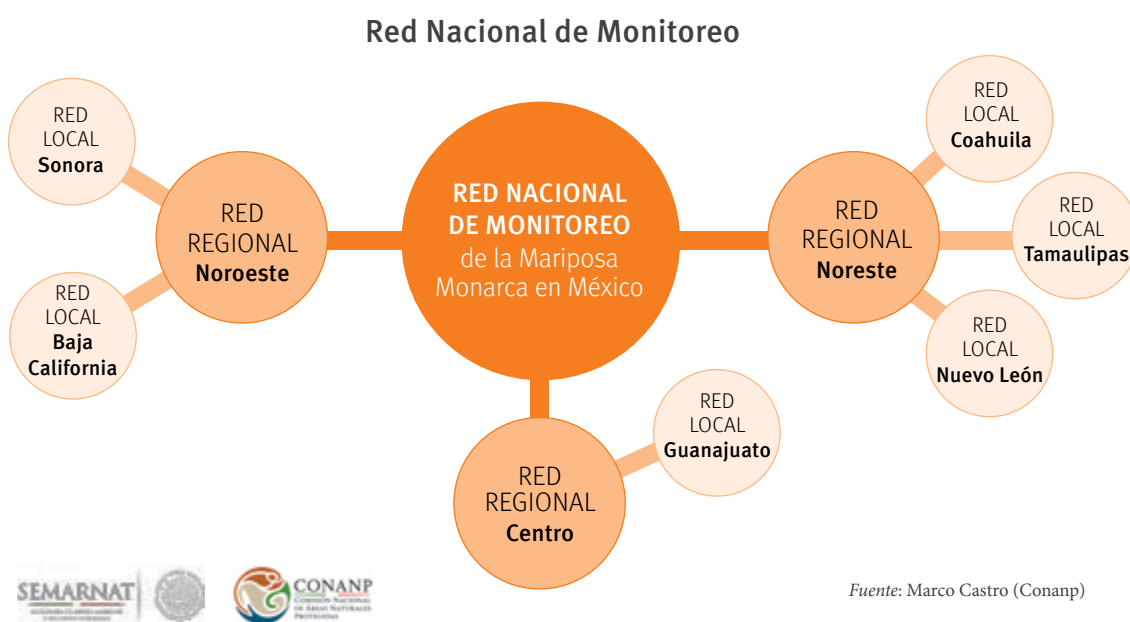
Organizada jerárquicamente, la red nacional está conformada por redes regionales y locales (véase la figura 3). Las redes locales operan a escala municipal o estatal, y juntas, varias redes locales de la misma área geográfica constituyen una red regional (véase la figura 4). Cada red, ya sea local o regional, es responsable de coordinar actividades de monitoreo, además de organizar y difundir información. Todos los integrantes comparten información y protocolos de monitoreo estandarizados, lo que contribuye a una cobertura nacional.

Entre las principales instituciones participantes que han apoyado la Red Nacional de Monitoreo de la Mariposa Monarca desde su origen figuran: la Conanp, Correo Real-Profauna, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y los gobiernos estatales de Coahuila, Tamaulipas, Guanajuato, Baja California, Hidalgo y el Estado de México.

Resultados importantes

- Se han presentado más de 4,000 registros a lo largo de la ruta migratoria.
- En 2017, la Red Nacional de Monitoreo de la Mariposa Monarca registró una nueva pequeña colonia en hibernación en Tijuana, Baja California.
- La Red Nacional de Monitoreo de la Mariposa Monarca creó una base de datos nacional (en formato Excel).

Figura 3. Estructura de la Red Nacional de Monitoreo de la Mariposa Monarca, México



Publicaciones principales

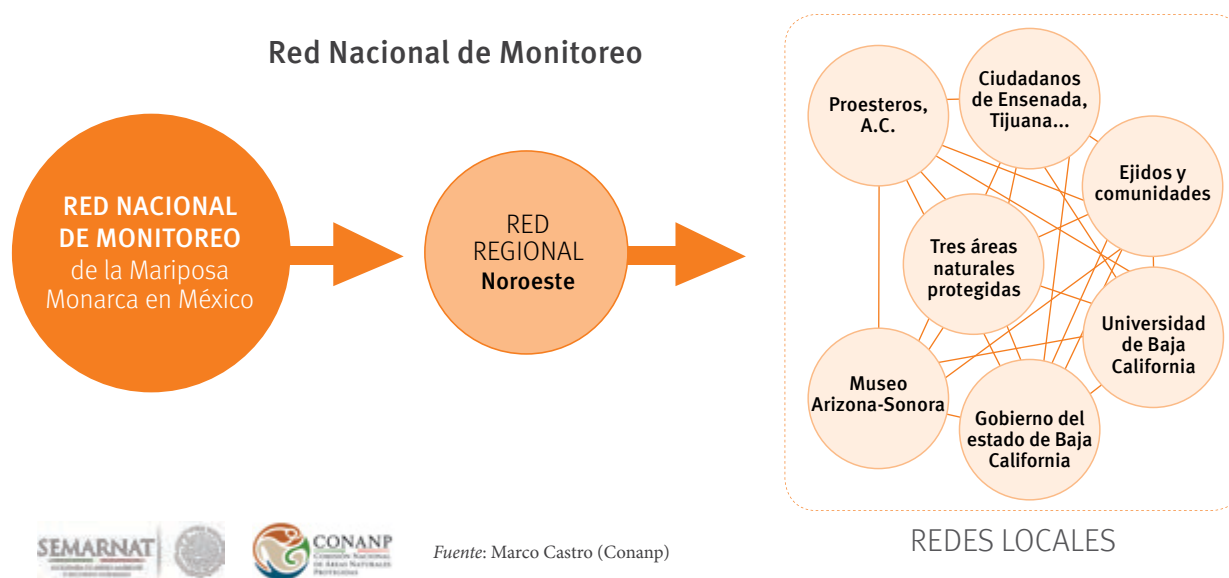
Información para el público en general:

DGVS, 2010; Galindo Leal y Rendón Salinas, 2005; Galindo Leal y Rendón Salinas, 2007; Urquhart, 1976; CCA, 2008.

Monitoreo:

Brower *et al.*, 2004; Conanp, 2015; García Serrano *et al.*, 2004; Rendón Salinas y Galindo Leal, 2004; Rendón Salinas *et al.*, 2006a y 2006b; Rendón Salinas *et al.*, 2008a; Rendón Salinas *et al.*, 2008b; Rendón Salinas *et al.*, 2009; Rendón Salinas *et al.*, 2010; Rendón Salinas *et al.*, 2011; Rendón Salinas y Tavera Alonso, 2012; Rendón Salinas y Tavera Alonso, 2013; Rendón Salinas *et al.*, 2014; Rendón Salinas *et al.*, 2015; Rendón Salinas *et al.*, 2016.

Figura 4. Ejemplos de estructuras de redes de monitoreo regionales y locales



Gestión y conservación de la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca:
Conanp, 2001.

Asclepias:
Luna y Dumroese, 2013.

Descenso de la población:
Barve *et al.*, 2012; Brower, 1999; Brower *et al.*, 2011; Flockhart *et al.*, 2015; Honey-Roses *et al.*, 2009; Hoth, 1995.

Deforestación:
Alvarado Flores, 2009; López García, 2007; Ramírez, 2006; Romeau, 2000; Ruiz López, 2009; Vidal *et al.*, 2014; WWF, 2004, 2006a y 2006b.

Biología y ecología de la mariposa monarca:
Alonso Mejía *et al.*, 1997; Bonan, 1997; Brower *et al.*, 2004; Calvert *et al.*, 1986; Calvert, 2004; Dingle *et al.*, 2005; Dockx, 2003; Dockx *et al.*, 2004; FCMM, 2008; Frey y Schaffner, 2004; Hobson y Wassenaar, 1999; Howard y Davis, 2004; Leong *et al.*, 2004; Loveland y Acevedo, 2007; Malcolm y Brower, 1989; Ramírez y Zubieta, 2005; Solensky, 2004; USDA, 2000; White, 1996; Wilkins *et al.*, 2003.

Conectividad y cambio climático:
Sánchez Cordero *et al.*, 2015.

Turismo:
Esquivel Ríos *et al.*, 2014; Granet y Fonfrede, 2005.

Panorama general de los programas de monitoreo en curso y algunos de sus protocolos

Varias organizaciones han estado colaborando en México para estandarizar protocolos de monitoreo de la monarca e implementar su uso a escala nacional (véase el cuadro 3).

Protocolo de la Red Nacional de Monitoreo de la Mariposa Monarca: Implementado por la Red Nacional de Monitoreo de la Mariposa Monarca y estandarizado con la participación de expertos de todo el país, este protocolo recaba

información sobre: 1) el ciclo de vida de la mariposa monarca; 2) datos geográficos de sitios prioritarios; 3) amenazas, y 4) tipos de ecosistemas (véase **protocolos anexos**).

Monitoreo, localización y medición de las colonias de hibernación de la mariposa monarca: Cada temporada de hibernación, a partir del primer día de diciembre, se llevan a cabo expediciones de campo a fin de localizar colonias de monarca en hibernación. Los límites de la superficie forestal que abarca cada colonia se miden y registran; posteriormente, con los datos obtenidos y mediante el programa ArcView 3.3 de análisis espacial, se determina el área que ocupa cada colonia (véase **protocolos anexos**).

Protocolo de mortalidad de la mariposa monarca en las colonias de hibernación: El protocolo consiste en obtener muestras de suelo de cuadrantes del bosque en que se localizan las colonias de hibernación. En cada cuadrante se establecen cinco unidades de muestreo de 1 m² (metro cuadrado) cada una, en las que se recolectan los restos de mariposas muertas en el suelo. El muestreo se lleva a cabo en colonias seleccionadas: por lo general, las más grandes y que han registrado mayor permanencia.

Correo Real: Iniciativa activa de ciencia ciudadana que Profauna, A.C., ha promovido durante más de 25 años, este programa trabaja con voluntarios para monitorear la mariposa monarca, y también con diversos grupos sociales a fin de aumentar la conciencia en torno a la importancia de la conservación. Inicialmente, los avistamientos se documentaban en cartas; hoy día se registran y envían por correo electrónico. Las observaciones incluyen las cantidades de mariposas y orugas observadas, así como las características del sitio donde se localizaron las monarca.

NaturaLista: Parte de la red internacional *iNaturalist*, esta plataforma virtual —coordinada por la Conabio— permite a cualquier persona registrar sus observaciones en materia de biodiversidad. Cuenta con una interfaz de usuario especial para recopilar datos sobre mariposas monarca, incluidas observaciones de las diferentes etapas de la vida de la monarca y datos geográficos relacionados, información de recolectores, e imágenes (Naturalista, 2017). Al momento de redactar este documento, la plataforma almacenaba más de 4,000 observaciones de México.

Necesidades y oportunidades futuras en materia de colaboración nacional y trinacional: Los retos para la implementación de programas de monitoreo en México y las áreas de oportunidad para la colaboración trinacional incluyen:

- incremento de las iniciativas de monitoreo en el norte de México;
- designación de sitios clave determinados, a fin de documentar cambios en la presencia o abundancia de mariposas monarca a través del tiempo;
- monitoreo de la reproducción de la monarca a lo largo de su ruta migratoria, e identificación de su relación con la disponibilidad de plantas de *asclepia* nativas y no nativas;
- ajuste de los protocolos, según corresponda, para cumplir con los estándares de datos;
- aumento de la superficie de hábitats protegidos para las monarca;
- restauración de hábitats invernales, y
- establecimiento de apoyo financiero permanente para el monitoreo.



Bibliografía

- Alonso Mejía, A., E. Rendón Salinas, E. Montesinos Patiño y L. P. Brower (1997), "Use of lipid reserves by monarch butterflies (*Danaus plexippus* L.) overwintering in Mexico: Implications for conservation", *Ecological Applications*, núm. 7, pp. 934-947.
- Alvarado Flores, M. I. (2009), "Deforestación y tiempo climático: Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca, México, 2007-2008", tesis para obtener la licenciatura en biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán.
- Barve, N., A. J. Bonilla, J. Brandes, J. C. Brown, N. Brunsell, F. V. Cochran, R. J. Crosthwait, J. Gentry, L. M. Gerhart, T. Jackson, A. J. Kern, K. S. Oberhauser, H. L. Owens, A. T. Peterson, A. S. Reed, J. Soberón, A. D. Sundberg y L. M. Williams (2012), "Climate-change and mass mortality events in overwintering monarch butterflies", *Revista Mexicana de Biodiversidad*, vol. 83, núm. 3.
- Bonan, G. B. (1997), "Effects of land use on the climate of the United States", *Climatic Change*, vol. 37, núm. 3, pp. 449-486.
- Brower, L. P. (1999), *Para comprender la migración de la mariposa monarca (1857-1995)*, Departamento de Zoología, Universidad de Florida, Gainesville, Fl., e Instituto Nacional de Ecología; texto publicado originalmente en *Journal of the Lepidopterists' Society*, vol. 49, núm. 4, 1995, pp. 304-385; disponible en: <http://centro.paot.mx/documentos/ine/migra_mariposa_monarca.pdf>.
- Brower, L. P., L. S. Fink y P. Walford (2006), "Fueling the fall migration of the monarch butterfly", *Integrative and Comparative Biology*, vol. 46, núm. 6, pp. 1123-1142.
- Brower, L. P., D. R. Kust, E. Rendón Salinas, E. García Serrano, K. R. Kust, J. Miller, C. Fernández del Rey y K. Pape (2004), "Catastrophic winter storm mortality of monarch butterflies in Mexico during January 2002", en: *The Monarch Butterfly: Biology and conservation*, K. S. Oberhauser y M. J. Solensky (comps.), Cornell University Press, Ithaca, Nueva York, pp. 151-166.
- Brower, L. P., O. R. Taylor, E. H. Williams, D. A. Salyback, R. R. Zubieta y M. I. Ramirez (2011), "Decline of monarch butterflies overwintering in Mexico: Is the migratory phenomenon at risk?", *Insect Conservation and Diversity*, núm. 5, pp. 95-100.
- Calvert, W. H. (2004), "Two methods estimating overwintering monarch population size in Mexico", en: *The Monarch Butterfly: Biology and conservation*, K. S. Oberhauser y M. J. Solensky (comps.), Cornell University Press, Ithaca, Nueva York.
- Calvert, W. H. y L. P. Brower (1986), "The location of monarch butterfly (*Danaus plexippus* L.) overwintering colonies in Mexico in relation to topography and climate", *Journal of the Lepidopterists' Society*, núm. 40, pp. 164-187.
- CBD (2014), *Petition to protect the monarch butterfly (Danaus plexippus plexippus) under the Endangered Species Act*, Center for Biological Diversity, Center for Food Safety, Xerces Society for Invertebrate Conservation y L. Brower, Washington, DC; disponible en: <www.biologicaldiversity.org/species/invertebrates/pdfs/Monarch_ESA_Petition.pdf>.
- CCA (2008), *Plan de América del Norte para la conservación de la mariposa monarca*, Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal; disponible en: <www3.cec.org/islandora/es/item/2350-north-american-monarch-conservation-plan>.
- Conanp (2001), *Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca*, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Semarnat, México.
- _____ (2015), *Monitoreo de mariposa monarca en sus áreas de hibernación en los estados de Michoacán y México, temporada 2014-2015*, informe final, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Semarnat, México.
- DGVS (2010), *Plan de manejo tipo para la mariposa monarca (Danaus plexippus)*, Dirección General de Vida Silvestre, Semarnat, México.
- Dingle, H., M. P. Zalucki, W. A. Rochester y T. Armijo Prewitt (2005), "Distribution of the monarch butterfly (*Danaus plexippus*) in western North America", *Biological Journal of the Linnean Society*, núm. 85, pp. 491-500.
- Dockx, C. (2003), *Migration of the North American monarch Danaus plexippus to Cuba*, tesis doctoral, Universidad de Florida.
- Dockx, C., L. P. Brower, L. I. Wassenaar y K. A. Hobson (2004), "Do North American monarch butterflies travel to Cuba? Stable isotope and chemical tracer techniques", *Ecological Applications*, vol. 14, núm. 4, pp. 1106-1114, en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0141371>.
- eButterfly (2016), "eButterfly", Insectario de Montreal, Centro de Ecoestudios de Vermont, Universidad de Arizona y Universidad de Ottawa, en: <www.e-butterfly.org/> (consulta realizada el 12 de mayo de 2017).
- Esquivel Ríos, S., G. Cruz Jiménez, C. Cadena Inostroza y L. Zizumbo Villareal (2014), "El turismo como instrumento de política ambiental en el Santuario de la Mariposa Monarca El Rosario", *Economía, Sociedad y Territorio*, vol. 14, núm. 44, en: <www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-84212014000100006&script=sci_arttext>.
- FCMM (2008), *Deforestación y degradación forestal en la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca 2007-2008*, Fondo para la Conservación de la Mariposa Monarca, México, julio de 2008; disponible en: <http://awsassets.panda.org/downloads/res_ejec_monitoreo_forestal_monarca_2007_2008.pdf>.

- Flockhart, T., L. P. Brower, I. Ramírez, K. Hobson, L. Wassenaar, S. Altizer y R. Norris (2017), “Regional climate on the breeding grounds predicts variation in the natal origin of monarch butterflies overwintering in Mexico over 38 years”, *Global Change Biology*, vol. 23, núm. 7, pp. 2365-2576, en: <<http://doi.org/10.1111/gcb.13589>>.
- Flockhart, T., J. Pichancourt, D. R. Norris y T. G. Martin (2015), “Unravelling the annual cycle in a migratory animal: Breeding-season habitat loss drives population declines of monarch butterflies”, *Journal of Animal Ecology*, núm. 84, pp. 155-165, en: <<http://doi.org/10.1111/1365-2656.12253>>.
- Flockhart, T., L. I. Wassenaar, T. G. Martin, K. A. Hobson, M. B. Wunder y D. R. Norris (2013), “Tracking multi-generational colonization of the breeding grounds by monarch butterflies in eastern North America”, *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, vol. 280, núm. 1768.
- Frey, D. y A. Schaffner (2004), “Spatial and temporal pattern of monarch overwintering abundance in western North America”, en: *The Monarch Butterfly: Biology and conservation*, K. S. Oberhauser y M. J. Solensky (comps.), Cornell University Press, Ithaca, Nueva York, pp. 167-176.
- Galindo Leal, C. y E. Rendón Salinas (2007), *Danaidas: las maravillosas mariposas monarca*, publicación especial núm. 1, WWF-México – Telcel, México; disponible en: <www.wwf.org.mx/que_hacemos/programas/mariposa_monarca/publicaciones/>.
- García Serrano, E., J. Lobato Reyes y X. Mora (2004), “Locations and area occupied by Monarch butterflies overwintering in Mexico from 1993-2002”, en: *The Monarch Butterfly: Biology and conservation*, K. S. Oberhauser y M. J. Solensky (comps.), Cornell University Press, Ithaca, Nueva York, pp. 129-134.
- Granet, A. y H. Fonfrede (2005), *Desarrollo turístico en la región de la mariposa monarca. Situación actual y propuestas*, Semarnat, INE, Morelia, Michoacán.
- Heidemann, H. (2014), “Lidar base specification” (versión 1.2, noviembre de 2014), *U.S. Geological Survey Techniques and Methods 11-B4*, USGS; disponible en: <<https://pubs.usgs.gov/tm/11b4/pdf/tm11-B4.pdf>>.
- Hobson, K. A. (1999), “Tracing origins and migration of wildlife using stable isotopes : A review”, *Oecologia*, núm. 120, pp. 314-326.
- Hobson, K. A., L. I. Wassenaar y O. Taylor (1999), “Stable isotopes (d2H and d13C) are geographic indicators of monarch butterfly natal origins in eastern North America”, *Oecologia*, núm. 120, pp. 397-404.
- Hobson, K. A., T. Plint, E. García Ramírez, X. Mora Álvarez, I. Ramírez y F. J. Longstaffe (2017), “Within-wing isotopic ($\delta^2\text{H}$, $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$) variation of monarch butterflies: implications for studies of migratory origins and diet”, *Animal Migration*, DOI 10.1515/ami-2017-0002.
- Honey Roses, J., J. López García, E. Rendón Salinas, A. Peralta Higuera y C. Galindo Leal (2009), “To pay or not to pay? Monitoring performance and enforcing conditionality when paying for forest conservation in Mexico”, *Environmental Conservation*, vol. 36, núm. 2, pp. 120-128.
- Hoth, J. (1995), “Mariposa Monarca, mitos y otras realidades aladas”, *Ciencias*, núm. 37, pp. 19-28.
- Howard, E. y A. K. Davis (2004), “Documenting the spring movements of Monarch butterflies with Journey North, a citizen science program”, en: *The Monarch Butterfly: Biology and conservation*, K. S. Oberhauser y M. J. Solensky (comps.), Cornell University Press, Ithaca, Nueva York, pp. 105-116.
- IBMN (2004), “IBMN Guidelines”, Illinois Butterfly Monitoring Network, en: <www.bfly.org/monitor_resources.html> (consulta realizada el 17 de abril de 2017).
- Insectario de Montreal *et al.* (2016), “Misión Monarca”, Insectario de Montreal, Universidad de Ottawa, Universidad de Rimouski, Universidad de Calgary, ministerio de Medio Ambiente y Cambio Climático de Canadá (ECCC), Instituto de Investigación sobre la Biodiversidad Vegetal y eButterfly, en: <<http://www.mission-monarch.org/es/>> (consulta realizada el 12 de mayo de 2017).
- KU (2017), “Monarch Watch”, University of Kansas [Universidad de Kansas], en: <www.monarchwatch.org/> (consulta realizada el 19 de abril de 2017).
- Leong, K. L. H., W. H. Sakai, W. Bremer, D. Feuerstein y G. Yoshimura (2004), “Analysis of the pattern of distribution and abundance of monarch overwintering sites along the California coastline”, en: *The Monarch Butterfly: Biology and conservation*, K. S. Oberhauser y M. J. Solensky (comps.), Cornell University Press, Ithaca, Nueva York, pp.177-185.
- López García, J. (2007), *Análisis de cambio de la cobertura forestal en la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca (2006-2007)*, Fondo para la Conservación de la Mariposa Monarca (WWF-México y FMCN), México, agosto de 2007; disponible en: <www.wwf.org.mx/wwfmex/descargas/071126_eval-forestal_monarca06_07.pdf>.
- Loveland, T. R. y W. Acevedo (2007), “Land cover changes in the Eastern United States”, *Land Cover Trends Project*, USGS, en: <<https://landcover Trends.usgs.gov/east/regionalSummary.html>>.

- Luna, T. y R. K. Dumroese (2013), "Monarchs (*Danaus plexippus*) and milkweeds (*Asclepias* species): The current situation and methods for propagating milkweeds", *Native Plants*, vol. 14, núm. 1, pp. 5-14.
- Lyons, J. I., A. A. Pierce, S. M. Barribeau, E. D. Sternberg, A. J. Mongue y J. C. de Roode (2012), "Lack of genetic differentiation between monarch butterflies with divergent migration destinations", *Molecular Ecology*, núm. 21, pp. 3433-3444, en: <<http://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2012.05613.x>>.
- Malcolm, S. B. y L. P. Brower (1989), "Evolutionary and ecological implications of cardenolide sequestration in the monarch butterfly", *Experientia*, núm. 45, pp. 284-294.
- Meier-Augenstein, W., K. A. Hobson y L. I. Wassenaar (2013), "Critique: Measuring hydrogen stable isotope abundance of proteins to infer origins of wildlife, food and people", *Bioanalysis*, núm. 5, pp. 751-767.
- MJV (2016a), *2016 Monarch Conservation Implementation Plan*, Monarch Joint Venture; disponible en: <http://monarchjointventure.org/images/uploads/documents/2016_Monarch_Conservation_Implementation_Plan.pdf>.
- ____ (2016b), "Downloads and Links", Monarch Joint Venture, en: <<http://monarchjointventure.org/resources/downloads-and-links/>> (consulta realizada el 26 de diciembre de 2016).
- MJV y NCTC (2016), "Monarch Butterfly Conservation Webinar Series", Monarch Joint Venture y National Conservation Training Center, en: <<https://nctc.fws.gov/topic/online-training/webinars/monarch-conservation.html>> (consulta realizada el 26 de diciembre de 2016).
- MonarchNet (2016a), "Library", en: <www.monarchnet.org/library> (consulta realizada el 26 de diciembre de 2016).
- ____ (2016b), "Monitoring Programs", en: <www.monarchnet.org/monitoring-programs> (consulta realizada el 26 de diciembre de 2016).
- Morris, G. M., C. Kline y S. M. Morris (2015), "Status of *Danaus plexippus* population in Arizona", *Journal of the Lepidopterists' Society*, vol. 69, núm. 2, pp. 91-107.
- Nail, K. R., C. Stenoien y K. S. Oberhauser (2015), "Immature monarch survival: Effects of site characteristics, density, and time", *BioOne*, vol. 108, núm. 5, pp. 680-690, en: <<http://doi.org/10.1093/aesa/sav047>>.
- NFWF (2017), *Monarch Butterfly Conservation Fund: 2017 Request for proposals*, National Fish and Wildlife Foundation, primavera de 2017; disponible en: <www.nfwf.org/monarch/Documents/2017rfp.pdf>.
- Naturalista (2017), "Mariposa monarca", en: <www.naturalista.mx/projects/mariposa-monarca> (consulta realizada el 12 de mayo de 2017).
- Oberhauser, K. S., R. Wiederholt, J. E. Diffendorfer, D. J. Semmens, L. Ries, W. E. Thogmartin, L. López Hoffman y B. X. Semmens (2016), "A trans-national monarch butterfly population model", *Ecological Entomology*, agosto de 2014, pp. 1-10, en: <<http://doi.org/10.1111/een.12351>>.
- Pelton, E., S. Jepsen, C. Schultz, C. Fallon y S. H. Black (2016), *State of the monarch butterfly overwintering sites in California*, disponible en: <www.xerces.org/wp-content/uploads/2016/07/StateOfMonarchOverwinteringSitesInCA_XercesSoc_web.pdf>.
- Pleasants, J. (2016), "Milkweed restoration in the Midwest for monarch butterfly recovery: Estimates of milkweeds lost, milkweeds remaining and milkweeds that must be added to increase the monarch population", *Insect Conservation and Diversity*, vol. 10, núm. 1, pp. 42-53, en: <<http://doi.org/10.1111/icad.12198>>.
- Pleasants, J. y K. Oberhauser (2013), "Milkweed loss in agricultural fields because of herbicide use : Effect on the monarch butterfly population", *Insect Conservation and Diversity*, pp. 135-144, en: <<http://doi.org/10.1111/j.1752-4598.2012.00196.x>>.
- PNAMP (2017), "Monitoring resources", Pacific Northwest Aquatic Monitoring Program, en: <www.monitoringresources.org/> (consulta realizada el 17 de abril de 2017).
- Ramírez, I. (2006), *Vegetación y cubiertas del suelo: "Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca"*, serie cartográfica Monarca, Instituto de Geografía, UNAM, México; disponible en: <www.inecc.gob.mx/descargas/publicaciones/541.pdf>.
- Ramírez, M. I. y R. Zubieta (2005), *Análisis regional y comparación metodológica del cambio en la cubierta forestal en la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca*, informe técnico elaborado por el Fondo para la Conservación de la Mariposa Monarca, México, septiembre de 2005; disponible en: <http://awsassets.panda.org/downloads/mmonarca_analisis_cambio_forestal.pdf>.
- Red Monarca (2017), "Red Monarca", en: <<http://redmonarca.org/>> (consulta realizada el 14 de abril de 2017).
- Rendón Salinas, E. y C. Galindo Leal (2004), *Monitoreo de las colonias de hibernación de la mariposa monarca, diciembre 2004*, informe preliminar, Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF-México), México.
- Rendón Salinas, E., C. A. Valera Bermejo, M. Cruz Piña, S. Rodríguez Mejía y C. Galindo Leal (2006a), *Monitoreo de las colonias de hibernación de mariposa monarca: superficie forestal de ocupación en diciembre 2005*, informe del Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF-México), México.

- Rendón Salinas, E., S. Rodríguez Mejía, M. Cruz Piña y C. Galindo Leal (2006b), *Monitoreo de las colonias de hibernación de mariposa monarca: superficie forestal de ocupación en diciembre 2006*, informe del Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF-México), México.
- Rendón Salinas, E., N. Acevedo Hernández, S. Rodríguez Mejía y C. Galindo Leal (2008a), *Monitoreo de las colonias de hibernación de mariposa monarca: superficie forestal de ocupación en diciembre 2007*, informe del Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF-México), México.
- Rendón Salinas, E., C. A. Valera Bermejo y F. Martínez Meza (2008b), *Monitoreo de las colonias de hibernación de mariposa monarca: superficie forestal de ocupación en diciembre 2008*, informe del Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF-México) y la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca, Conanp, México.
- Rendón Salinas, E., C. A. Valera Bermejo, S. Rodríguez Mejía y F. Martínez Meza (2009), *Monitoreo de las colonias de hibernación de mariposa monarca: superficie forestal de ocupación en diciembre 2009*, informe del Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF-México) y la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca, Conanp, México.
- Rendón Salinas, E., C. A. Valera Bermejo, M. Cruz Piña y F. Martínez Meza (2010), *Monitoreo de las colonias de hibernación de mariposa monarca: superficie forestal de ocupación en diciembre 2010*, informe de la Alianza WWF-Telcel y la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca, Conanp, México.
- Rendón Salinas, E., M. Cruz Piña, S. Rodríguez Mejía, C. A. Valera Bermejo y F. Martínez Meza (2011), *Monitoreo de las colonias de hibernación de mariposa monarca: superficie forestal de ocupación en diciembre 2011*, informe de la Alianza WWF-Telcel y la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca, Conanp, México.
- Rendón Salinas, E. y G. Tavera Alonso (2012), *Monitoreo de la superficie forestal ocupada por las colonias de hibernación de la mariposa monarca en diciembre de 2012*, informe de la Alianza WWF-Telcel y la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca, Conanp, México.
- ____ (2013), *Monitoreo de la superficie forestal ocupada por las colonias de hibernación de la mariposa monarca en diciembre de 2013*, informe de la Alianza WWF-Telcel y la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca, Conanp, México.
- Rendón Salinas, E., A. Fajardo Arroyo y G. Tavera Alonso (2014), *Monitoreo de la superficie forestal ocupada por las colonias de hibernación de la mariposa monarca en diciembre de 2014*, WWF-México, México.
- Rendón Salinas, E., F. Martínez Meza y A. Fajardo Arroyo (2015), *Superficie forestal ocupada por las colonias de hibernación de la mariposa monarca en México en diciembre 2015*, WWF-México, México.
- Rendón Salinas, E., F. Martínez Meza, M. Cruz Piña y A. Fajardo Arroyo (2016), *Superficie forestal ocupada por las colonias de hibernación de la mariposa monarca en México en la temporada 2016-2017*, informe inédito, WWF-México, México.
- Ries, L. y K. Oberhauser (2015), "A citizen army for science: Quantifying the contributions of citizen scientists to our understanding of monarch butterfly biology", *BioScience*, vol. 65, núm. 4, pp. 419-430, en: <<http://doi.org/10.1093/biosci/biv011>>.
- Romeau, E. (2000), "Mariposas mexicanas: Los insectos más hermosos", *Biodiversitas*, núm. 28, pp. 7-10.
- Rubenstein, D. R. y K. A. Hobson (2004), "From birds to butterflies: Animal movement patterns and stable isotopes", *Trends in Ecology and Evolution*, vol. 19, núm. 5, pp. 256-263, en: <<http://doi.org/10.1016/j.tree.2004.03.017>>.
- Ruiz López, R. (2009), "Deforestación y clima: Aproximación al análisis regional y modelado local en la región de la mariposa monarca", tesis de maestría en geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Sánchez Cordero, V., E. Martínez, F. Botello, J. J. Flores Martínez, A. Ibarra, G. F. García, A. M. C. Lira, A. Espinosa Lucas, E. Moreno Juárez y A. H. Hernández Urbán (2015), *Identificación de los sitios prioritarios para la conservación de la ruta migratoria y su conectividad de hibernación de la mariposa monarca en México*, proyecto "Fortalecimiento de la efectividad del manejo y la resiliencia de las áreas protegidas para proteger la biodiversidad amenazada por el cambio climático", Conanp, Ibumam-Conbiodes, México.
- Schultz, C. (2016), "Population viability analysis", reunión de la Alianza Científica en Favor de la Conservación de la Mariposa Monarca Occidental (WMCSP), Aisolomar, California.
- Semmens, B. X., D. J. Semmens, W. E. Thogmartin, R. Wiederholt, L. López Hoffman, J. E. Diffendorfer, J. M. Pleasants, K. S. Oberhauser y O. R. Taylor (2016), "Quasi-extinction risk and population targets for the Eastern, migratory population of monarch butterflies (*Danaus plexippus*)", *Scientific Reports* 6 (febrero), núm. art. 23265, en: <<http://doi.org/10.1038/srep23265>>.
- Solensky, M. J. (2004), "Overview of monarch migration", en: *The Monarch Butterfly: Biology and conservation*, K. S. Oberhauser y M. J. Solensky (comps.), Cornell University Press, Ithaca, Nueva York, pp. 79-84.

- Soto, D. X., G. Koehler, L. I. Wassenaar y K. A. Hobson (2017), "Determination of stable hydrogen isotopic compositions of complex organic materials: contrasting the role of exchangeable hydrogen and residual moisture", *Rapid Communications in Mass Spectrometry*, núm. 31, pp. 1193-1203.
- Southwest Monarch Study (2010), "Southwest Monarch Study", en: <www.swmonarchs.org/> (consulta realizada el 19 de abril de 2017).
- Stenoien, C., K. R. Nail, J. M. Zalucki, H. Parry, K. S. Oberhauser y M. P. Zalucki (2016), "Monarchs in decline: A collateral landscape-level effect of modern agriculture", *Insect Science*, vol. 24, núm. 3, pp. 1-14, en: <<http://doi.org/10.1111/1744-7917.12404>>.
- TDWG (2009), "About Us", Darwin Core, Biodiversity Information Standards-Taxonomic Databases Working Group, en: <www.tdwg.org/about-tdwg/> (consulta realizada el 14 de abril de 2017).
- Thogmartin, W. E., J. E. Diffendorfer, L. López Hoffman, K. Oberhauser, J. Pleasants, B. X. Semmens, D. Semmens, O. R. Taylor y R. Wiederholt (2017), "Density estimates of monarch butterflies overwintering in central Mexico", *PeerJ* 5, núm. e3221, pp. 1-18, en: <<http://doi.org/10.7717/peerj.3221>>.
- UGA (2015), "Project Monarch Health", University of Georgia Odum School of Ecology [Escuela de Ecología Odum de la Universidad de Georgia], en: <www.monarchparasites.org/> (consulta realizada el 12 de mayo de 2016).
- UMN (2016), "Monarch Biology and Natural History", Monarch Lab, University of Minnesota [Universidad de Minnesota], en: <<https://monarchlab.org/biology-and-research/biology-and-natural-history/>> (consulta realizada el 12 de mayo de 2017).
- _____ (2017), "The Monarch Larva Monitoring Project", Monarch Lab, University of Minnesota, en: <<http://monarchlab.org/mlmp>> (consulta realizada el 17 de abril de 2017).
- Urquhart, F. (1976) "Found at last. The monarch's winter home", *National Geographic*, vol. 150, núm. 2, en: <<http://ngm.nationalgeographic.com/1976/08/monarch-butterflies/urquhart-text>>.
- USDA (2000), *Summary Report: 1997 National Resources Inventory* (revisado en diciembre de 2000), Natural Resources Conservation Service, United States Department of Agriculture, Washington, DC, y Statistical Laboratory, Iowa State University, Ames, Iowa, 89 pp.
- USFWS (2016), "Assessing the status of the monarch butterfly", United States Fish and Wildlife Service, en: <www.fws.gov/savethemonarch/SSA.html> (consulta realizada el 26 de diciembre de 2016).
- USGS (2016), "Monarch Conservation Science Partnership Map Viewer and Tools", United States Geological Survey, en: <www.umesc.usgs.gov/management/dss/monarch/mcsp_map_viewer.html> (consulta realizada el 26 de diciembre de 2016).
- Vidal, O., J. López García y E. Rendón Salinas (2014), "Trends in deforestation and forest degradation after a decade of monitoring in the Monarch Butterfly Biosphere Reserve in Mexico", *Conservation Biology*, vol. 28, núm. 1, pp. 177-186, doi: 10.1111/cobi.12138; disponible en: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/cobi.12138/epdf>>.
- Wassenaar, L. y K. Hobson (1998), "Natal origins of migratory monarch butterflies at wintering colonies in Mexico: New isotopic evidence", *PNAS*, vol. 95, núm. 26, pp. 15436-15439.
- White, D. J. (1996), *The milkweeds of Canada (Asclepias spp.). Status, distribution, and potential impact from noxious weed legislation*, núm. 3, informe elaborado para el Servicio Canadiense de Vida Silvestre (*Canadian Wildlife Service*), Ottawa.
- Wilkins, N., A. Hays, D. Kubenka, D. Steinbach, W. Grant, E. Gonzalez, M. Kjelland y J. Shackelford (2003), *Texas Rural Lands: Trends and conservation implications for the 21st century*, Texas A&M University y American Farmland Trust.
- WWF (2004), *La tala ilegal y su impacto en la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca*, Fondo Mundial para la Naturaleza, México; disponible en: <www.wwf.org.mx/wwfmex/descargas/010604_Informe_Tala_Reserva.pdf>.
- _____ (2006a), *Pérdida y deterioro de los bosques en la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca 2005-2006*, informe, Fondo Mundial para la Naturaleza, México; disponible en: <www.wwf.org.mx/wwfmex/descargas/0610_Informe_monarca0506_esp.pdf>.
- _____ (2006b), *Forest loss and deterioration in the Monarch Butterfly Biosphere Reserve 2005-2006*, informe, Fondo Mundial para la Naturaleza, México; disponible en: <www.wwf.org.mx/wwfmex/descargas/0610_Informe_monarca0506_english.pdf>.
- Xerces Society (2017), *Western Monarch Count Resource Center*, Xerces Society for Invertebrate Conservation, en: <www.westernmonarchcount.org/> (consulta realizada el 12 de mayo de 2017).



Cuadro 3. Actividades de monitoreo en México, por año y programa

Año	Organización coordinadora	Protocolos implementados	Metodología para la selección de sitios	Estratos evaluados	Participantes en el monitoreo	Ubicación geográfica	Base de datos
2016, 2017	<i>Monarcas en el Oeste</i> Conanp – Parque Nacional Sierra San Pedro Mártir	Protocolo de monitoreo de la Red Nacional de Monitoreo de la Mariposa Monarca	Selección aleatoria	Áreas naturales protegidas Espacios urbanos y suburbanos	Estudiantes Guardas forestales Participantes en proyectos de ciencia ciudadana	Noroeste (Baja California, Baja California Sur, Sonora, Sinaloa, Chihuahua)	Base de datos nacional
2015 a 2017	<i>Operación “Monarcas en camino”</i> Conanp; gobierno del estado de Tamaulipas	Protocolo de monitoreo de la Red Nacional de Monitoreo de la Mariposa Monarca	Selección aleatoria	Áreas naturales protegidas Espacios urbanos y suburbanos	Estudiantes Guardas forestales Participantes en proyectos de ciencia ciudadana	Tamaulipas y Nuevo León	Base de datos nacional
2015 a 2017	<i>NaturaLista</i> Conabio; Conanp	Protocolo de monitoreo de la Red Nacional de Monitoreo de la Mariposa Monarca	Selección aleatoria	Áreas naturales protegidas Espacios urbanos y suburbanos	Participantes en proyectos de ciencia ciudadana	Todo el país	Base de datos de iNaturalist
1992 a 2017	Correo Real – Profauna	Protocolo de monitoreo de la Red Nacional de Monitoreo de la Mariposa Monarca	Selección aleatoria	Áreas naturales protegidas Espacios urbanos y suburbanos	Participantes en proyectos de ciencia ciudadana	Noreste y centro de México	Base de datos de Correo Real
20 años	WWF-México; Conanp	Protocolo de hibernación	Selección aleatoria	Áreas naturales protegidas	Personal técnico	Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca	Base de datos de WWF y Conanp

Recursos recomendados

En el siguiente cuadro se proporcionan datos adicionales de entidades, personas de contacto y recursos en línea en relación con el monitoreo de la monarca en México.

Cuadro 4. Personas de contacto adicionales y recursos en línea para México

Institución	Nombre	Correo-e	Sitio web
WWF-México	María José Villanueva	mjvillanueva@wwfmex.org	www.wwf.org.mx/que_hacemos/programas/mariposa_monarca/
Naturaleza y Cultura Internacional	Lydia Lozano	llozano@natureandculture.org	www.naturalezaycultura.org
Conanp; Conabio	Carlos Galindo	N/D	www.soymonarca.mx/index.html

Protocolos nacionales de monitoreo

Canadá

Como se mencionó en el apéndice C, apartado C.1, eButterfly (2016) y Misión Monarca (Insectario de Montreal *et al.*, 2016) son los dos principales programas de ciencia ciudadana que recopilan datos georreferenciados sobre la presencia de ejemplares de monarca y mariposas coocurrentes, la densidad de plantas de asclepia y otros aspectos relacionados con los puntos o sitios de monitoreo en Canadá. Sus protocolos de monitoreo no se incluyen en el presente informe, pero están disponibles en línea, en: <www.mission-monarch.org/faq/>. Por otro lado, el protocolo de recolección de mariposas para el monitoreo a largo plazo de los lugares de origen de las monarca que hibernan en México sí se incluye en este informe.

Estados Unidos

Los protocolos de la Alianza Científica en Favor de la Conservación de la Mariposa Monarca (*Monarch Conservation Science Partnership*, MCSP) para técnicos en biología y científicos *amateurs* están disponibles en línea y son muy accesibles. Las versiones actualizadas (al 5 de junio de 2017) de estos protocolos se incluyen en el presente informe a manera de anexo (*MCSP Integrated Monitoring Strategy* y *MCSP Citizen Science datasheets*), y son de utilidad para las actividades de implementación listadas en el cuadro 1 del apéndice C. Puesto que estos protocolos continuarán evolucionando con el paso del tiempo, para obtener actualizaciones y más información al respecto, se sugiere visitar: <<http://monarchjointventure.org/get-involved/mcsp-monitoring>>.

México

A través de la Red Nacional de Monitoreo de la Mariposa Monarca, México ha elaborado el Protocolo de Monitoreo de la Mariposa Monarca, mismo que presenta una descripción de todos los campos incluidos en la ficha de monitoreo. Además, México ha formulado un protocolo para el monitoreo de las colonias de monarca en sus áreas de hibernación en el país. Ambos protocolos se adjuntan al presente informe y pueden también encontrarse en línea, en: <www.conanp.gob.mx/acciones/fichas/mariposa/info/info.pdf>.



Canada

Surveillance à long terme des lieux de naissance des monarques qui hivernent au Mexique : Protocole de collecte de papillons

Greg W. Mitchell, D.T. Tyler Flockhart et Keith A. Hobson

Contexte

Pour pouvoir élaborer des stratégies efficaces de conservation d'animaux migrateurs, il est impératif de comprendre la connectivité migratoire entre leurs sites de reproduction et leurs habitats d'hivernage (Webster et coll., 2002; Runge et coll., 2014; Mazar et coll., 2016). Par exemple, si l'on sait quelle proportion d'une population reproductrice se trouve à un endroit précis dans l'habitat d'hivernage (c.-à-d. une mesure de l'importance de la connectivité migratoire), on peut être mieux à même de déterminer comment les stratégies de gestion dans les sites d'hivernage influenceront sur les densités des populations reproductrices et vice versa (Martin et coll., 2007). La compréhension de la connectivité migratoire a donc des incidences directes sur l'affectation des rares ressources de conservation (Martin et coll., 2007). Dans le cas de la population de monarques de l'Est de l'Amérique du Nord, la connaissance du lieu de naissance des papillons qui hivernent permet de déterminer les zones clés de naissance (production), qui produisent directement la population adulte.

L'analyse d'isotopes stables constitue une façon efficace et éprouvée de déterminer approximativement l'origine géographique d'animaux migrateurs à une échelle continentale (Hobson et Wassenaar, 2008). Wassenaar et Hobson (1998) ont été les premiers à démontrer que la mesure des ratios d'isotopes stables d'hydrogène ($\delta^2\text{H}$) et de carbone ($\delta^{13}\text{C}$) dans la chitine des ailes des monarques pouvait servir à déduire le lieu de naissance des papillons qui hivernent au Mexique. Cette étude a été menée sur des monarques élevés dans le territoire de reproduction de l'Est et de monarques élevés en captivité (Hobson, Wassenaar, et Taylor, 1999) dans le but de créer une carte de base des isotopes, qui a servi à associer les individus hivernants à un lieu de naissance approximatif. Cette démarche était fondée essentiellement sur le modèle continental bien connu de deutérium (^2H) dans les précipitations en Amérique du Nord, qui montre un gradient latitudinal extrêmement marqué, avec des concentrations plus fortes de cet isotope lourd à faible latitude et des valeurs plus faibles à haute latitude. Le modèle trouvé pour $\delta^{13}\text{C}$ n'était pas ce à quoi nous nous attendions, mais il nous a aidés à établir les lieux de naissance et est probablement fondé sur la réponse isotopique des asclépiades aux modèles d'humidité relative. Quoi qu'il en soit, nous avons maintenant un bon outil isotopique qui nous permet de déduire les lieux de naissance des monarques et leurs variations possibles dans le temps, et qui constitue la base d'un puissant outil de surveillance dans le contexte de la conservation des monarques de l'Est (p. ex., Flockhart et coll., 2017).

Lorsque l'on crée un outil de surveillance isotopique, il importe d'utiliser des protocoles de laboratoire stricts pour mesurer le $\delta^2\text{H}$ dans la chitine des ailes, puisqu'un échange peut se produire entre une fraction notable de H dans la chitine et la vapeur d'eau ambiante du laboratoire. Comme la concentration ambiante de vapeur de deutérium varie selon la saison et la géographie, à moins que cet échange soit contrôlé, différents laboratoires qui mesurent un même spécimen ou un seul laboratoire qui fait des mesures à différentes saisons obtiendront des valeurs différentes (Meier-Augenstein et coll., 2013). Heureusement, Wassenaar et Hobson (2003) ont créé une méthode de saturation comparative qui corrige ce problème en utilisant les normes organiques de la composition d'hydrogène non échangeable. On règle ainsi le problème d'analyse, mais il faut impérativement que toutes les mesures soient faites selon un protocole identique qui tient compte d'autres sources de variation isotopique, comme les effets des différentes pigmentations des ailes sur $\delta^2\text{H}$ (Hobson et coll., 2017).

Objet du protocole

Les premiers travaux de Wassenaar et Hobson (1998) sur les isotopes ont démontré, étonnamment, que la majorité des monarques qui hivernent dans 13 aires de repos connues du Mexique avaient vu le jour dans le Midwest des États-Unis ou la « Corn Belt ». L'attention s'est immédiatement portée sur les cultures génétiquement modifiées qui pourraient résister à un traitement aux herbicides ou produire la toxine du *Bacillus thuringiensis serotype kurstaki* (Btk), mortelle pour les lépidoptères. Bien que la controverse demeure, il importe de surveiller les lieux de naissance supposés des monarques et, surtout, l'importance relative de cette zone, qui a produit, historiquement, la majorité des adultes. Depuis la première étude sur les isotopes, les populations de monarques ont connu un important déclin et il y a maintenant moins d'aires de repos où on peut effectuer une surveillance isotopique. Récemment, Flockhart et coll. (2017) ont utilisé les tissus des ailes de monarques prélevés dans la colonie d'hivernage de la Sierra Chincua (1976–2014) pour examiner les déplacements possibles des lieux de naissance dans le temps. Ils ont constaté que, en moyenne, le Midwest des États-Unis produisait encore la plus grande proportion de monarques qui hivernent (38 %), mais qu'il y avait une certaine variabilité annuelle dans les proportions relatives. Bien qu'une partie de cette variabilité soit attribuable à la température et aux précipitations observées durant la saison de reproduction, les échantillons ont été de très petite taille pendant de nombreuses années, ce qui laisse entendre qu'il faut continuer de surveiller les lieux de naissance et obtenir des échantillons plus significatifs chaque année. En outre, comme les spécimens ont été collectés dans une seule colonie, il faut également comprendre comment les proportions relatives de monarques provenant de diverses régions de reproduction changent d'une colonie d'hivernage à l'autre.

Un protocole de surveillance à long terme des tissus des ailes des monarques provenant de nombreuses colonies d'hivernage permettrait de répondre aux questions suivantes :

- 1) Comment la proportion de monarques provenant de différentes régions de reproduction évolue-t-elle avec le temps dans une colonie d'hivernage en ce qui a trait aux différents facteurs environnementaux, dont les changements climatiques?
- 2) Dans quelle mesure l'apport d'une région de reproduction donnée à la densité des populations hivernantes varie-t-il d'une colonie d'hivernage à l'autre?

La réponse à ces deux questions permettra au *Trinational Monarch Conservation Science Partnership* (partenariat scientifique trinational pour la conservation du monarque) de faire des recommandations éclairées sur les mesures de conservation et la restauration des aires de reproduction et des sites d'hivernage.

Méthodes

L'analyse des isotopes stables nécessite le prélèvement de papillons et leur préservation en vue de leur transfert vers le laboratoire. Des analyses antérieures ont été faites sur des spécimens morts naturellement durant l'hivernage et, de façon générale, cette façon de faire sera appropriée étant donné que la chitine des ailes renferme la signature des isotopes. Les spécimens individuels (entiers) doivent être conservés à l'état séché, idéalement dans des enveloppes en papier. L'emplacement de la colonie, la date de la collecte, le sexe du spécimen (s'il est connu), ainsi que le nom de la personne/l'organisation qui l'a prélevé doivent être inscrits sur l'enveloppe. Il n'est pas nécessaire de congeler les spécimens ou de les préserver d'une quelconque façon, mais il ne faut pas utiliser de sacs de plastique, puisque ceux-ci ne permettent pas les mouvements d'air qui maintiennent les spécimens secs.

- Au moins 200 spécimens de monarques morts devraient être prélevés dans deux ou trois colonies qui sont surveillées tout l'hiver par la Conanp (de 400 à 600 spécimens par année).
 - 50 spécimens (25 mâles et 25 femelles) devraient être prélevés durant la dernière semaine de surveillance chaque mois (50 spécimens collectés une fois par mois x 4 mois x 3 colonies = 600 spécimens).
 - La collecte de plus de 200 spécimens est souhaitable. Par exemple, le prélèvement de 100 spécimens chaque mois réduirait la variabilité de l'attribution des lieux de naissance.
 - On devrait s'intéresser aux événements de mortalité catastrophique attribuables, par exemple, à la météo.

- On peut prélever les spécimens en vrac (c'est-à-dire sans faire le tri des individus ou en les mettant dans des enveloppes pour les trier plus tard, avant l'expédition).
- Dans toutes les autres colonies surveillées par la Conanp pour estimer l'aire d'hivernage, au moins 100 spécimens sont prélevés chaque année.
- Ce protocole peut également être adapté pour la surveillance des lieux de naissance de monarques prélevés dans les aires de repos du nord du Mexique durant leur migration automnale. Par exemple, on peut prélever 50 monarques (répartis en un nombre égal de mâles et de femelles) dans chaque aire de repos où on effectue une surveillance de la migration.
- Les spécimens doivent être expédiés au Centre national de la recherche faunique d'Environnement et Changement climatique Canada ou à une autre installation gouvernementale reconnue par le partenariat scientifique trinational pour la conservation du monarque, conformément aux permis appropriés.
- Toutes les données sur les isotopes doivent être archivées à Environnement et Changement climatique Canada ou dans une autre installation gouvernementale reconnue par le partenariat scientifique trinational pour la conservation du monarque.

Essentiellement, ce projet de surveillance à long terme fournira de l'information très utile sur la connectivité migratoire des monarques et facilitera la priorisation spatiale des mesures de conservation, aujourd'hui et pour les années à venir.

Références

FLOCKHART, D.T., L.P. BROWER, M.I. RAMIREZ, K.A. HOBSON, L.I. WASSENAAR, S. ALTIZER et D.R. NORRIS (2017). Regional climate on the breeding grounds predicts variation in the natal origin of monarch butterflies overwintering in Mexico over 38 years. *Global Change Biology*, vol. 23, n° 7, p. 2565-2576.

HOBSON, K.A., T. PLINT, E.G. SERRANO, X.M. ALAVAREZ, I. RMIREZ et F.J. LONGSTAFFE (2017). Within-wing isotopic ($\delta^2\text{H}$, $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$) variation of monarch butterflies: implications for studies of migratory origins and diet. *Animal Migration*, vol. 4, n° 1, p. 8-14.

HOBSON, K.A., L.I. WASSENAAR et O.R. TAYLOR (1999). Stable isotopes (δD and $\delta^{13}\text{C}$) are geographic indicators of natal origins of monarch butterflies in eastern North America. *Oecologia*, vol. 120, n° 3, p. 397-404.

MARTIN, T.G., I. CHADÈS, P. ARCESE, P.P. MARRA, H.P. POSSINGHAM et D.R. NORRIS (2007). Optimal conservation of migratory species. *PLoS One*, vol 2, n° 8, p. e751.

MAZOR, T., M. BEGER, J. MCGOWAN, H.P. POSSINGHAM et S. KARK (2016). The value of migration information for conservation prioritization of sea turtles in the Mediterranean. *Global Ecology and Biogeography*, vol. 25, n° 5, p. 540-552.

MEIER-AUGENSTEIN, W., K.A. HOBSON et L.I. WASSENAAR (2013). Critique: measuring hydrogen stable isotope abundance of proteins to infer origins of wildlife, food and people. *Bioanalysis*, vol. 5, n° 7, p. 751-767.

RUNGE, C.A., T.G. MARTIN, H.P. POSSINGHAM, S.G. WILLIS et R.A. FULLER (2014). Conserving mobile species. *Frontiers in Ecology and the Environment*, vol. 12, n° 7, p. 395-402.

WASSENAAR, L.I. et K.A. HOBSON (1998). Natal origins of migratory monarch butterflies at wintering colonies in Mexico: new isotopic evidence. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol 95, n° 26, p. 15436-15439.

WASSENAAR, L.I. et K.A. HOBSON (2000). Improved method for determining the stable-hydrogen isotopic composition (δD) of complex organic materials of environmental interest. *Environmental Science & Technology*, vol. 34, n° 11, p. 2354-2360.

WASSENAAR, L.I. et K.A. HOBSON (2003). Comparative equilibration and online technique for determination of non-exchangeable hydrogen of keratins for use in animal migration studies. *Isotopes in Environmental and Health Studies*, vol. 39, n° 3, p. 211-217.

WEBSTER, M.S., P.P. MARRA, S.M. HAIG, S. BENSCH et R.T. HOLMES (2002). Links between worlds: Unraveling migratory connectivity. *Trends in Ecology & Evolution*, vol. 17, n° 2, 76-83.



Mexique

PROTOCOLO DE MONITOREO

DE MARIPOSA MONARCA



DATOS GENERALES**HOJA DE DATOS SOBRE LA MARIPOSA MONARCA**

■ Nombre común	Mariposa monarca
■ Nombre científico	<i>Danaus plexippus</i> L.
■ Categoría de riesgo	No es una especie amenazada. La IUCN reconoce la migración de la monarca como un fenómeno amenazado.
■ Descripción	• Mariposa ninfálida grande (con una envergadura alar de 9-10 cm). • Coloración aposemática (de advertencia): anaranjado y negro. • Tóxica para la mayoría de los vertebrados por los glucósidos cardíacos que obtiene de las asclepias —comúnmente llamadas algodoncillo o venenillo (<i>Asclepias spp.</i>)—, de las que se alimenta. • Presenta dimorfismo sexual: las vetas negras son más anchas en las alas de la hembra y el macho tiene pequeños "sacos" en las alas traseras donde almacena feromonas. • Grandes poblaciones pasan el verano en regiones templadas y migran hacia el sur para el invierno. Hay pequeñas poblaciones residentes en México. • La monarca es una especie de origen tropical.
■ Hábitat	• Regiones templadas a tropicales. • Dondequiera que crezcan plantas del género de las asclepias. • Bosques de oyamel, pino, encino y cedro durante la invernación. • Vegetación secundaria. • Hábitats alterados como bordes de carreteras y alrededores de tierras de labranza.
■ Distribución	• En América: del sur de Canadá a América Central y del Sur. • En América del Norte: al menos tres poblaciones (oriental, occidental y residente en México). • La población occidental se extiende de Columbia Británica a California. • La población oriental se extiende del sur de Canadá y el este de Estados Unidos (al este de las montañas Rocosas al centro de México (Michoacán y Estado de México). Algunas mariposas continúan su migración hacia el Caribe pasando por Florida. • La población residente en México está diseminada por todo el país. • Por medio de introducciones ocurridas en el siglo XIX, la monarca colonizó sitios en Australia, Indonesia, Islas Canarias y España.
■ Migración	<i>Población occidental:</i> Las monarca migran en el otoño de Columbia Británica, Washington, Oregon y otros estados del oeste a sitios de reposo en la costa de California. <i>Población oriental:</i> Durante el otoño, las monarca migran hacia el sur, del sureste de Canadá y el este de Estados Unidos a sus sitios de invernación en la región central de México, y en la primavera recolonizan su área de reproducción en Texas. Durante la invernación se congregan en áreas muy reducidas.
■ Etapas de desarrollo	Huevo – Larva, oruga – Pupa, crisálida – Adulto, imago
■ Dieta	Las larvas se alimentan exclusivamente de hojas de asclepias. En este sentido, son especialistas estrictas. Los adultos son generalistas que se alimentan de una amplia variedad de flores, néctar de flores y agua.
■ Longevidad:	La duración de la vida adulta oscila entre menos de un mes y nueve meses: los adultos de las cohortes de primavera y verano viven alrededor de cuatro semanas; en cambio, la generación migratoria puede vivir hasta nueve meses ("generación Matusalén") y hacer el viaje de ida y vuelta. Son la segunda o la tercera generaciones las que alcanzan los límites boreales de la distribución de la monarca.
■ Factores de impacto y amenazas	• Destrucción y fragmentación de hábitats a todo lo largo de la ruta migratoria, en especial en los sitios de invernación y reproducción. • Pérdida de hábitat a causa de la urbanización. • Uso de productos agroquímicos tóxicos. • Reducción de las poblaciones de asclepias. • Organismos genéticamente modificados, como la soya, que toleran los herbicidas (en tanto que no ocurre así con las asclepias). • Parásitos (virus, bacterias y protozoarios). • Cambio climático. • Falta de información y de educación ambiental.

ciclo de vida: **ADULTO**



Los **MACHOS** son un poco más grandes que las hembras y tienen en cada ala trasera una mancha negra formada por escamas de androconia que producen feromonas. Estas sustancias se suelen utilizar en especies emparentadas para atraer a las hembras. Además las venas de las alas son más delgadas que en las hembras.



Las **HEMBRAS** no poseen la mancha de androconia, sino escamas ligeramente más marrones en las zonas color naranja de sus alas, y más escamas negras sobre las vetas de las alas, lo que hace que las vetas parezcan más anchas.

ciclo de vida: HUEVO**Características:**

Los huevos de la monarca son de forma cónica con una base plana. Miden aproximadamente 1.2 mm de alto por 0.9 mm de diámetro en la parte más ancha y son de color amarillo-crema claro con bordes o “costillas” desde la punta hasta la base. Las monarca sólo ponen huevos en plantas llamadas **asclepias**.

Las hembras adultas ponen solas sus huevos y secretan una sustancia pegajosa que los adhiere a las plantas. En estado silvestre, las hembras probablemente ponen de 300 a 400 huevos durante su ciclo de vida, aunque las hembras en cautiverio pueden poner un promedio de 700 huevos en un periodo de dos a cinco semanas (Oberhauser, 2004). Normalmente, las larvas emergen dentro de los siguientes tres a cinco días, pero cuanto más altas son las temperaturas, menores los periodos de desarrollo.

Asclepias (algondicillos)

Son plantas (hierbas) perennes que contienen savia lechosa (de ahí su nombre en inglés: milkweed) contiene alcaloides y otros compuestos complejos como los cardenólidos que son tóxicos, de ahí el nombre de venenillo, debido a su naturaleza tóxica y algodoncillo a la apariencia de sus semillas. Se encuentran regularmente en zonas perturbadas como zonas de cultivo.



ciclo de vida: **ORUGA**

Las larvas de la monarca (orugas) son blancas con rayas negras y amarillas; tienen dos pares de filamentos negros en los segmentos larvales dos y once, y pasan por cinco fases larvarias durante un lapso de nueve a trece días. Los patrones de colores vivos en las larvas de monarca probablemente representen una coloración aposemática o de advertencia.

Sus principales características son que solo cuentan con 4 antenas, 2 en la parte de enfrente y 2 en la parte de atrás, además que los anillos de coloración si cubren todo el cuerpo, estas larvas las podemos encontrar desde 5 mm hasta 5 cm que es cuando llega a la fase adulta.



Larvas con menos de 1 cm de longitud. Su coloración no se logra apreciar del todo y tienden a ser muy blancas con delgadas líneas amarillas y negras. Aun no presentan antenas anteriores y posteriores.

Oruga en quinta etapa larvaria alcanzando la madurez. Las larvas en esta etapa abandonan la asclepia hospedera para ir en busca de un sitio elevado y generalmente bien escondido donde efectuar su transformación en crisálidas.



© Can Stock Photo - csp0909176

Proceso de transformación de oruga a crisálida.

ciclo de vida: **PUPA o CRISALIDA**

Las crisálidas de la monarca miden aproximadamente 3 cm de largo y son de color verde turquesa vivo con manchas doradas. Estas manchas de apariencia metálica, típicas de las Danainae, son producto de capas densas y transparentes que se alternan en la endocutícula y que reflejan y transmiten la luz de diferente forma, causando una interferencia constructiva de la luz que es lo que les da una apariencia metálica brillante. La etapa de crisálida dura de nueve a quince días en condiciones veraniegas normales.



Pupa durante el periodo de incubación.



Pupa con mariposa a punto de emerger. En la etapa final de la incubación la crisálida se torna color cristalina, logrando observar las alas de la mariposa.



Proceso de la mariposa saliendo de la crisálida.

OTRAS ESPECIES PARECIDAS

A las monarca adultas se les confunde en ocasiones con especies emparentadas, por ejemplo con *D. gilippus* (la mariposa reina), *D. eresimus* (la mariposa soldado), *D. erippus* (la monarca meridional o de América del Sur) y *Limenitis archippus* (la mariposa virrey de América del Norte).

También podemos encontrar los casos de confusión al momento de observar fases larvarias. Como lo es el caso con la falsa monarca.

Larvas de Falsa monarca

Características: Esta larva presenta tres pares de antenas, dos anteriores, dos centrales y dos posteriores. El patrón de sus colores es similar al de las monarca, sin embargo las distribución y formas son diferentes.



MONARCA (*Danaus plexippus*)



SOLDADO (*Danaus eresimus*)



REINA (*Danaus gilippus*)

Protocolo de Monitoreo de **Mariposa Monarca**
Falsas Monarca:

Estas mariposas son las especies más comunes que se logran confundir con las mariposas monarca:



MONARCA (*Danaus plexippus*)



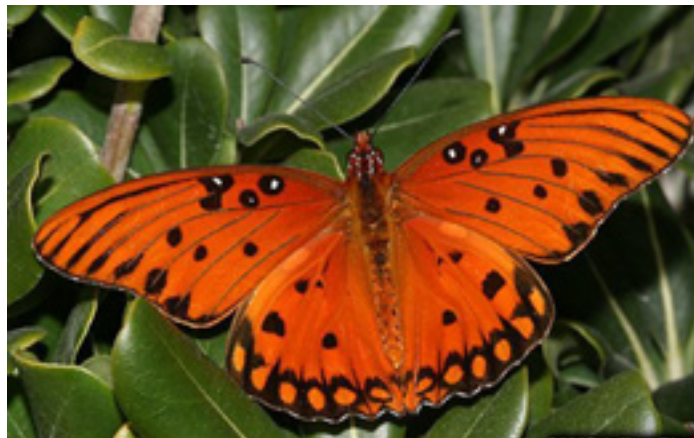
SOLDADO (*Danaus eresimus*)



REINA (*Danaus gilippus*)



VIRREY (*Limenitis archippus*)



FRITILARIA (*Agraulis vanillae*)

Este protocolo ha sido consensuado con diferentes especialistas en el monitoreo de la mariposa monarca a lo largo de la ruta migratoria y el hábitat de hibernación guía tiene la finalidad de describir los campos con los que cuenta la ficha de monitoreo de mariposa Monarca, la información que debe ser incluida en cada uno de ellos y los estándares de monitoreo para la toma de los datos en campo.

ESTÁNDARES DE MONITOREO

Periodo de monitoreo: se recomienda que se haga lo más frecuente posible (al menos una vez a la semana), o bien con el apoyo de las personas de las comunidades que ya tiene identificadas para monitorear.

Área para el sitio de muestreo para el registro de huevos, larvas y pupas: **10 m x 10 m ó 100 m²**

Para el conteo de mariposas volando

Tiempo de observación de mariposas volando: **20 minutos**

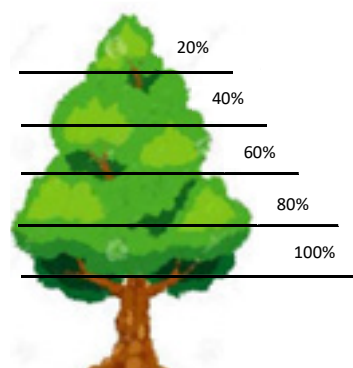
Contar únicamente las mariposas que lleven un vuelo direccional, especialmente en época de migración, por la mañana temprano y en la tarde (5pm) las mariposas dan vuelta en círculos esperando las termas para elevarse y por la tarde buscando un sitio donde pernoctar.

Se recomienda definir una línea entre dos objetos de 30-50 metros y que los observadores, si es que hay más de uno, estén a una distancia uno de otro de por lo menos 100 metros.

Se recomienda que la observación se haga de preferencia en un área grande y abierta sin árboles o edificios cercanos y que revisen con cuidado si las mariposas no les están pasando muy alto, fijando la vista por un momento hacia una nube.

Densidades de árboles ocupados por mariposas:

20 %	Por lo regular solo equivale a la punta cubierta del árbol
40 %	Poco menos de la mitad del árbol cubierto
60 %	Más de la mitad del árbol
80 %	Casi por completo
100 %	El árbol cubierto por completo



Para obtener el promedio:

$$\% \text{ promedio} = \frac{\%A1 + \%A2 + \%A3 \dots}{\# \text{ de árboles}} = \frac{40\% + 20\% + 80\%}{3} = 46.6\%, \text{ lo que se considera como un } 40\% \text{ aprox.}$$

Si es posible, realice el conteo del número de racimos que identifique en el árbol. Un racimo se considera cuando se agrupan 12 o más mariposas. La observación puede anotarla en el apartado de observaciones.

FICHA DE MONITOREO



Programa Nacional para la Conservación del Fenómeno Migratorio de la **Mariposa Monarca**

Ficha De Monitoreo

DATOS DEL OBSERVADOR	Nombre:				Fecha:			
	Lugar:							
COORDENADAS	N:		Referencia:					
	WO:							
HORA DE OBSERVACION	HRS.		CONDICIONES DEL CLIMA	Soleado	Medio nublado	Nublado	Frío	
				Viento	Lluvia	Nevando	Calor	
FASE REPRODUCTIVA	HUEVO	LARVA	PUPA	MARIPOSA				
Actividad	Puestos por planta	Alimentándose por planta	Fijadas por planta	Alimentándose Agua / Flores	Volando (durante 20 minutos)	Perchadas		
Cantidad observada	1 – 5 6 – 10 Más de 10	1 – 5 6 – 10 Más de 10	1 – 5 6 – 10 Más de 10	Número estimado: _____	Número estimado: _____	Número de árboles ocupados: _____ Densidad promedio del grupo de árboles: _____		
	# de plantas: _____	# de plantas: _____						
En que planta o árbol (si aplica)		Nombre común:			Nombre científico:			
TIPO DE ECOSISTEMA	Bosque	Desierto	Matorral	CUERPOS DE AGUA VISIBLES	Río	Arroyo	Lago	
	Pastizal	Selva	Localidad		Laguna	Presa	Charco	
	Otro: _____				Otro: _____			
FAUNA DE COMPAÑIA	Otras mariposas	Libélulas	Que especie o nombre común (si se la sabe):					
AMENAZAS	Avispas	Otro: _____	Indique alguna otra amenaza:					
	Zona Industrial	Carretera						
	Ciudad	Cultivo						
DEPREDACIÓN	Aves	Avispas	Que especie o nombre común (si se la sabe):					
	Hormigas	Otro: _____						
OBSERVACIONES								

CROQUIS DE UBICACIÓN

	Área de muestreo para huevos, larvas y pupas: 100 m² Tiempo de observación de mariposas volando: 20 minutos Densidades de mariposas perchadas por árbol: <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>20 %</td> <td>Por lo regular solo equivale a la punta cubierta del árbol.</td> </tr> <tr> <td>40 %</td> <td>Poco menos de la mitad del árbol cubierto.</td> </tr> <tr> <td>60 %</td> <td>Más de la mitad del árbol.</td> </tr> <tr> <td>80 %</td> <td>Casi por completo.</td> </tr> <tr> <td>100 %</td> <td>El árbol cubierto por completo.</td> </tr> </table> Para obtener el promedio: $\% \text{ promedio} = \frac{\%A1 + \%A2 + \%A3}{3}$ $= \frac{40\% + 20\% + 80\%}{3}$ $= 46.6\%, \text{ lo que se considera como un } 40\% \text{ aprox.}$	20 %	Por lo regular solo equivale a la punta cubierta del árbol.	40 %	Poco menos de la mitad del árbol cubierto.	60 %	Más de la mitad del árbol.	80 %	Casi por completo.	100 %	El árbol cubierto por completo.
	20 %	Por lo regular solo equivale a la punta cubierta del árbol.									
	40 %	Poco menos de la mitad del árbol cubierto.									
	60 %	Más de la mitad del árbol.									
	80 %	Casi por completo.									
100 %	El árbol cubierto por completo.										



Programa Nacional para la Conservacion del Fenómeno Migratorio de la Mariposa Monarca

FICHA DE MONITOREO

DATOS DEL OBSERVADOR	Nombre:				Fecha:		
	Lugar:						
COORDENADAS	N:		Referencia:				
	WO:						
HORA DE OBSERVACION	hrs.		CONDICIONES DEL CLIMA	Soleado	Medio nublado	Nublado	Frío
				Viento	Lluvia	Nevando	Calor
FASE REPRODUCTIVA	HUEVO	LARVA	PUPA	MARIPOSA			
Actividad	Puestos por planta	Alimentándose por planta	Fijadas por planta	Alimentándose Agua / Flores	Volando (durante 20 minutos)	Perchadas	
Cantidad observada	1 – 5 6 – 10 Más de 10 # de plantas: ____	1 – 5 6 – 10 Más de 10 # de plantas: ____	1 – 5 6 – 10 Más de 10		Número estimado: ____	Número de árboles ocupados: ____ Densidad promedio del grupo de árboles: ____	
En que planta o árbol (si aplica)		Nombre común:			Nombre científico:		
TIPO DE ECOSISTEMA	Bosque	Desierto	Matorral	CUERPOS DE AGUA VISIBLES	Río	Arroyo	Lago
	Pastizal	Selva	Localidad		Laguna	Presa	Charco
	Otro:				Otro:		
FAUNA DE COMPAÑIA	Otras mariposas	Libélulas	Que especie o nombre común (si se la sabe):				
	Avispas	Otro:					
AMENAZAS	Zona Industrial	Carretera	Indique alguna otra amenaza:				
	Ciudad	Cultivo					
DEPREDACIÓN	Aves	Avispas	Que especie o nombre común (si se la sabe):				
	Hormigas	Otro:					
OBSERVACIONES							



Programa Nacional para la Conservacion del Fenómeno Migratorio de la Mariposa Monarca

FICHA DE MONITOREO

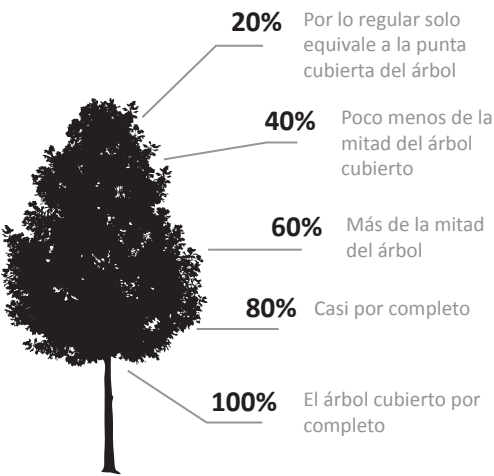
DATOS DEL OBSERVADOR	Nombre:				Fecha:		
	Lugar:						
COORDENADAS	N:		Referencia:				
	WO:						
HORA DE OBSERVACION	hrs.		CONDICIONES DEL CLIMA	Soleado	Medio nublado	Nublado	
				Viento	Lluvia	Nevando	
FASE REPRODUCTIVA	HUEVO	LARVA	PUPA	MARIPOSA			
Actividad	Puestos por planta	Alimentándose por planta	Fijadas por planta	Alimentándose Agua / Flores	Volando (durante 20 minutos)	Perchadas	
Cantidad observada	1 – 5 6 – 10 Más de 10 # de plantas: ____	1 – 5 6 – 10 Más de 10 # de plantas: ____	1 – 5 6 – 10 Más de 10		Número estimado: ____	Número de árboles ocupados: ____ Densidad promedio del grupo de árboles: ____	
En que planta o árbol (si aplica)		Nombre común:			Nombre científico:		
TIPO DE ECOSISTEMA	Bosque	Desierto	Matorral	CUERPOS DE AGUA VISIBLES	Río	Arroyo	
	Pastizal	Selva	Localidad		Laguna	Presa	
	Otro:				Otro:		
FAUNA DE COMPAÑIA	Otras mariposas	Libélulas	Que especie o nombre común (si se la sabe):				
	Avispas	Otro:					
AMENAZAS	Zona Industrial	Carretera	Indique alguna otra amenaza:				
	Ciudad	Cultivo					
DEPREDACIÓN	Aves	Avispas	Que especie o nombre común (si se la sabe):				
	Hormigas	Otro:					
OBSERVACIONES							

CROQUIS DE UBICACIÓN

Área de muestreo para huevos, larvas y pupas: **100 m²**

Tiempo de observación de mariposas volando: **20 mins.**

Densidades de mariposas perchadas por árbol:



Para obtener el promedio:

% promedio =

%A1 + %A2 + %A3....

3

= 40% + 20% + 80%

3

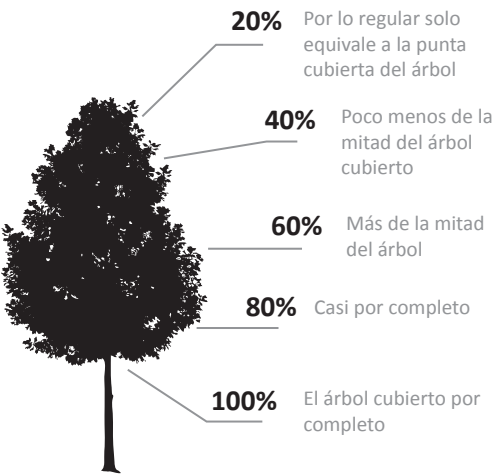
= 46.6%, lo que se considera como un 40% aprox.

CROQUIS DE UBICACIÓN

Área de muestreo para huevos, larvas y pupas: **100 m²**

Tiempo de observación de mariposas volando: **20 mins.**

Densidades de mariposas perchadas por árbol:



Para obtener el promedio:

% promedio =

%A1 + %A2 + %A3....

3

= 40% + 20% + 80%

3

= 46.6%, lo que se considera como un 40% aprox.

Monitoreo de colonias de mariposas Monarca en sus áreas de hibernación en México.

Ubicación y medición de colonias de hibernación de mariposa Monarca:

Durante cada temporada a partir del 1 de diciembre se realizan recorridos de campo, en ocasiones hasta el 31 de marzo del siguiente año. Los recorridos se realizan en 11 microrregiones montañosas, conocidos localmente por la presencia histórica de una o más colonias de hibernación de mariposa Monarca. Al respecto se visitan cada quince días 11 sitios (1 por día con excepción de las colonias de Valle de Bravo, Oxtotilpan y Palomas, ya que su muestreo se hace de manera conjunta, en virtud de su cercanía y para lo cual se conformaban dos equipos de trabajo). Para ubicar geográficamente las colonias, se visitan todos aquellos predios o núcleos agrarios (ejidos, comunidades indígenas y pequeñas propiedades) en donde se han documentado históricamente colonias de mariposa. Las coordenadas geográficas de cada colonia se registran mediante el uso de un geoposicionador Garmin® en proyección UTM y con base en el datum WGS 84, tomando como base el punto periférico superior de la colonia con respecto a la pendiente.

Los recorridos de campo se realizan usualmente al amanecer con hora de conclusión indistinta, toda vez que ello depende de las condiciones ambientales prevalecientes, del número de integrantes participantes y de las distancias de los sitios en que se ubiquen las colonias de mariposas, ya que estas conforme avanza la temporada de hibernación van cambiando de lugar. Usualmente participaron en los recorridos de campo de 2 a 4 gentes de la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca (RBMM) y del Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF). Para las colonias de Oxtotilpan, Piedra Herrada y Palomas, se cuenta con el apoyo en campo de personal adscrito a las Áreas de Protección de Flora y Fauna Nevado de Toluca y Protección de Recursos Naturales Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascalatepec.

Durante cada visita a las colonias de hibernación registradas, se mide el perímetro de cada una de ellas utilizando brújula y cintas topográficas, usando los árboles periféricos ocupados por mariposas como vértices de un polígono. Como punto inicial se utiliza un árbol georreferenciado (Fig. 1). El perímetro de las colonias se marca con cintas plásticas

de colores, con el número de árbol y la fecha de medición. Posteriormente se determina la superficie ocupada por cada colonia utilizando el software de análisis espacial ArcView 3.3.

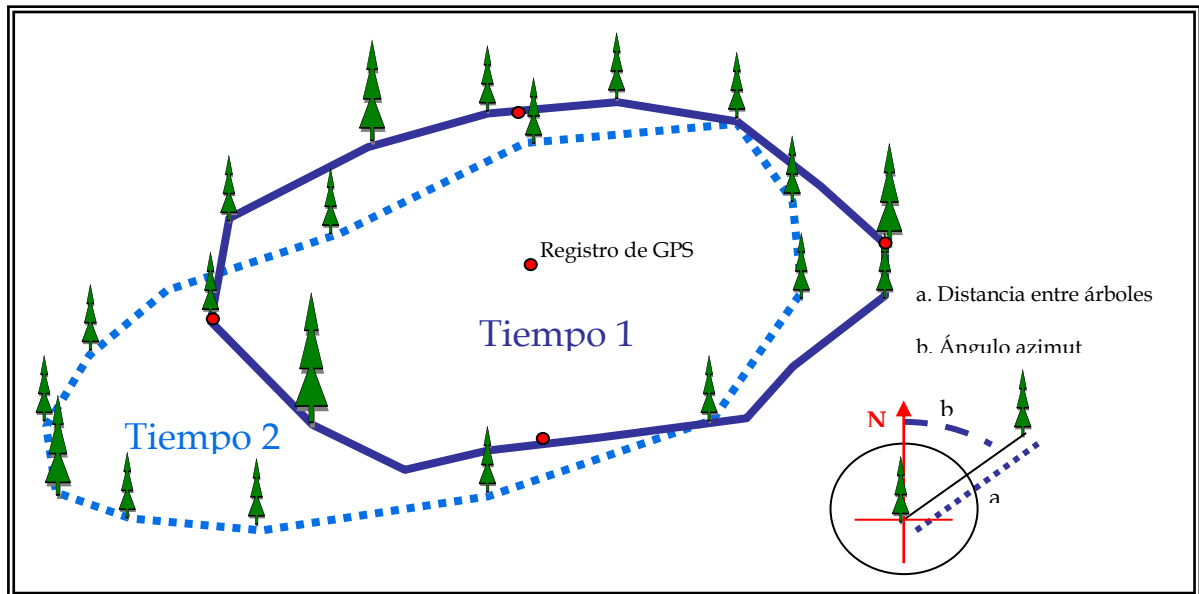


Fig 1.- Medición de superficie forestal ocupada por mariposa Monarca

Mortalidad de mariposas Monarca:

Se determinan de tres a cinco cuadrantes de 10 x 10m dependiendo del tamaño de la colonia. En cada uno de estos cuadrantes se definen cinco unidades de muestra de 1m² c/u. Siempre con orientación norte- sur (Fig. 2). En cada unidad de muestra (1 m²) y cada tercer día, se realizan colectas de los restos de mariposas que se encuentren dentro. Los muestreos se realizan en las colonias más representativas en materia de superficie forestal ocupada y constancia de ocupación. En la colecta de mariposas participan pobladores locales, previa capacitación, quienes se trasladan al amanecer para llevar a cabo la revisión de los cuadrantes establecidos y tomar las muestras respectivas utilizando para ello bolsas de plástico en las que se señala con marcador, la fecha y sitio de colecta. Las muestras, una vez entregadas al personal técnico de la reserva, son analizadas cada 14 días con el objeto de cuantificar y determinar la causa de muerte, por parte de personal adscrito a la Reserva y al Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF, por sus siglas en inglés).

CAMPO	DESCRIPCION
Nombre	Nombre completo de la persona que está realizando el monitoreo
Fecha	Ponerla como en el siguiente ejemplo 25/09/2015
Lugar	Indicar el estado, municipio y localidad (ejido, comunidad, pueblo, ciudad, etc.)
N	Coordenadas geográficas latitud norte (grados, minutos, segundos). Ejemplo: 19° 14.5' 36.8"
WO	Coordenadas geográficas longitud oeste (grados, minutos, segundos). Ejemplo: 100° 22.5' 50.3"
Hora de observación	Deberán estar escritas en formato de 24 horas. Por ejemplo 21:14 hrs.
Condiciones del clima	Indicar si está nublado, soleado, con viento, lluvia.
Huevo	Señalar el rango en el que se contabilicen el total de huevecillos en una planta. Si no se registran huevos al momento del monitoreo, indicar 0 (cero).
Larva	Señalar el rango en el que se contabilicen el total de larvas en una planta. Si no se registran larvas al momento del monitoreo, indicar 0 (cero).
Pupa	Señalar el rango en el que se contabilicen el total de pupas encontradas dentro del sitio de muestreo. Si no se registran pupas al momento del monitoreo, indicar 0 (cero).
# de plantas	Indicar el total de plantas que se identificaron con presencia de huevos y larvas en el sitio de muestreo.
Mariposa alimentándose	Indicar el total de mariposas que se observen alimentándose de agua o flores e indicar cuál de estas dos opciones registran. Si no se registran mariposas al momento del monitoreo, indicar 0 (cero).
Mariposa volando	Indicar el total de mariposas volando durante un tiempo de 10 minutos (ver estándares de monitoreo). Si no se registran mariposas al momento del monitoreo, indicar 0 (cero).
Mariposa perchadas	Indicar el número de árboles que estén ocupando las mariposas dentro del sitio de muestreo. Indicar el promedio de la densidad de árboles ocupados por las mariposas dentro del sitio de muestreo. Por ejemplo 40%
En qué planta o árbol (si aplica)	Indicar el nombre (común o científico) de la planta donde se observaron los huevecillos o las larvas. Indicar el nombre del árbol o árboles que están ocupados por las mariposas perchadas.
Tipo de ecosistema	Señalar o indicar (en su caso) el tipo de ecosistema donde se está realizando el monitoreo.
Cuerpos de agua visibles	Señalar o indicar (en su caso) el tipo de cuerpo de agua que se observa en el lugar o cerca (distancia no mayor a 50 metros) del sitio del monitoreo.
Fauna de compañía	Señalar o indicar (en su caso) el tipo de fauna que se observe volando junto con las mariposas durante la migración, donde se está realizando el monitoreo. Por ejemplo: cuando se observan libélulas volando junto a las mariposas.
Amenazas	Señalar o indicar (en su caso) el tipo de amenaza que se observe en el sitio donde se está realizando el monitoreo.
Depredación	Señalar o indicar (en su caso) el tipo de depredación que se observe en el sitio donde se está realizando el monitoreo.
Observaciones	Indicar cualquier otra observación adicional, que no esté mencionada en la ficha de monitoreo. Indicar N/O = no observación , cuando no se haya podido realizar el monitoreo por mal clima, ocupación, etc.

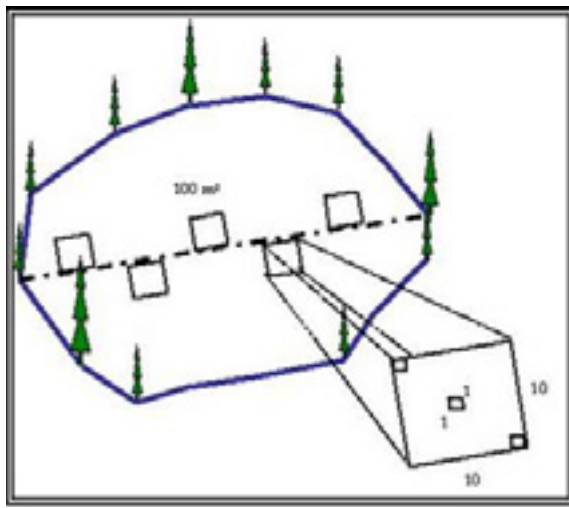


Fig. 2. Muestreo de mortalidad de mariposa Monarca

Las mariposas que presentan rastros claros de haber sido atacadas por aves y ratones son diferenciadas de aquellas que no presentan señales de algún tipo de afectación física, a las que se les denomina Muertas Sin Causa Aparente (MSCA).

Es importante señalar que las colectas realizadas y el manejo de ejemplares, son soportadas con un permiso expedido por la Dirección General de Vida Silvestre. Una vez concluido el análisis de mortalidad, los individuos colectados son regresados a los sitios originales de colecta.

États-Unis



Monarch Monitoring Protocols: Monarch Conservation Science Partnership Integrated Monitoring Strategy

Table of Contents

Introduction	2
<i>What is the Monarch Conservation Science Partnership?</i>	2
<i>Monarch Monitoring</i>	2
<i>What is the Integrated Monitoring Strategy?</i>	2
Steps to Begin Monitoring	3
Getting Started: Site establishment	4
Activity 1: Counting Adult Monarchs	7
Activity 2: Counting Milkweed, Nectar Plants and Monarchs	11
<i>Sites Larger than 4 Acres</i>	12
<i>Sites 1-4 Acres</i>	14
<i>Roadside Sites</i>	16
Recording Data	18
Activity 2: Counting Milkweed, Nectar Plants and Monarchs in Small Sites (<1 acre)	22
Activity 3: Tracking Parasitism and Monarch Survival	25
Sampling Checklist Sheet	31
Appendix A: Milkweed and Plant Identification	32
Appendix B: Monarch egg, larvae, and adult identification	40
Appendix C: Using a GPS Unit (designed for Garmin products and PC computers)	48
References	51

Introduction

What is the Monarch Conservation Science Partnership?

The Monarch Conservation Science Partnership (MCSP) is a group of scientists and conservation professionals from government, academia and NGOs. They have been working together since 2009 to:

1. Model monarch population trends and assess the impact of threats,
2. Establish population targets and habitat goals, and
3. Develop conservation tools to guide conservation decision-making.

Monarch Monitoring

Monarchs have been the focus of a rich array of citizen science and other monitoring programs for decades. Together, these monitoring programs offer a collective portrait of monarch biology and population health and have made significant contributions to monarch science (Ries & Oberhauser, 2015). However, with the dramatic decline of the monarch population in recent years, more monitoring data are needed for two reasons.

1. People frequently monitor high quality habitat where they are likely to encounter monarchs, making extrapolating information across the U.S. landscape difficult. Spatially representative data are needed to improve models so conservation efforts can use limited resources to have the greatest possible impact.
2. As conservation actions take place over time, ongoing monitoring will help determine if these actions are having the desired outcomes.

The Integrated Monitoring Strategy is a way to address these challenges, and your participation is needed!

What is the Integrated Monitoring Strategy?

The Integrated Monitoring Strategy is a program to monitor key monarch and habitat characteristics across the monarch's U.S. range. Your results will inform monarch population habitat targets, help scientists understand the threats monarchs face, and inform habitat enhancement strategies.

The Integrated Monitoring Strategy consists of three activities:

- Monitoring adult monarchs and identifying preferred adult nectar plants
- Estimating milkweed species diversity and density, per plant density of monarch eggs and caterpillars, and relative abundance of blooming nectar plants
- Estimating monarch survival to adulthood by raising collected monarchs

You can also choose which activities to do. While doing all activities is encouraged, it is not required! Instructions for monitoring in different land types (protected grasslands, unprotected grasslands, CRP (Conservation Reserve Program) lands, cultivated land, right-of-way habitats, urban/suburban spaces) are provided.

Your monitoring coordinator will provide a list of priority (public) sites near you. Priority sites are where monitoring is most needed, however, you may also monitor a site of your own choice.

This is the second year of the project, and your contributions this year will help the MCSP to implement and improve the project in the future. With help from people like you across the U.S., we will be able to address important gaps in our knowledge about monarchs and their habitat!

Steps to Begin Monitoring

1. Select a site to monitor (either adopt a high priority site or choose a site).
2. Delineate your site edges by walking it in the field or by looking at aerial imagery (such as in Google Earth), and then send this site location and boundary information to your monitoring coordinator, along with information about which activities you'd like to partake in.
3. Your monitoring coordinator will send you sampling maps.
4. Start monitoring (return to the site every 3 weeks).

Getting Started: Site establishment

Before you can start sampling, you will need to 1) *Choose a site*, 2) *Delineate site boundaries*, and 3) *Describe the site*.

A site is defined as the area in which you will conduct these monitoring activities. Sites will vary in size, shape, and land cover depending on your location. Sites are contiguous areas of the same type of habitat (such as grassland, park, garden, or roadside right-of-way), bounded by edges of other habitats, or by roads or field edges.

1) *Choose a Site*

You can choose either to *adopt a high priority site* (made available by the monitoring coordinator), or *define a site of your own*.

Adopt a High Priority Site: High priority sites come from a spatially balanced, random sample provided by program coordinators. *Data from randomly selected sites will be weighted more heavily in the analysis than data from sites selected by participants.* Randomly selecting locations is essential in order to obtain an accurate representation of monarch habitat and monarch distribution throughout the US.

To adopt a high priority site, the monitoring coordinator will provide site options based on your location and willingness to travel. Once you've selected a site from the options list, you will visit it to verify its suitability for monitoring and delineate the site boundaries.

Define your own site: A site can be any large open space to which you have access. It could be part of a public location, a property that you own, or a location where you know the owner/manager and can obtain permission. If you have a site in mind already, contact your monitoring coordinator and provide details on the location and approximate size. The following land cover types are appropriate for monitoring:

- **Grassland or prairie:** Restored or remnant prairies are excellent monitoring sites. If you are not the landowner, make sure you have permission to be on the land.
- **Roadsides:** Roadsides should be at least 6 meters wide. Try to select an area without bends or curves, which can make it difficult to lay out your transect. Even though right-of-ways are public lands, bear in mind that you usually need to seek permission to monitor from your local transportation authority.
- **Public Parks:** Many city, county, state, and federal parks have monarch resources such as milkweed and nectar plants. Remember, most milkweed grows in sunny areas! You should reach out to the park's manager or land care office and let them know that you would like to monitor the monarch habitat so that they will expect to see you regularly in the park.

5. Click the “Download KML File Here” link that appears below the pink buttons.
6. Save the file using the naming system: lastname_city_state_yyyy.mm.dd
 - a. Here is an example: hancock_philadelphia_PA_1776.07.04
7. Email the saved KML file to your monitoring coordinator at mjvmonitoring@umn.edu.

Using a GPS unit:

Walk the perimeter of the site using the track function on your GPS to obtain a polygon of your site. Then download the locations and send them to the monitoring coordinator. For information about how to use a GPS unit and how to send the GPS information to your monitoring coordinator, see Appendix C.

3) Describe the Site: Each time you visit your site, your first task will be to describe the site on the Site Summary datasheet. On your first visit write a brief description of the site and surrounding landscape, in particular noting the adjacent land uses (including what type of crops if you can tell, etc). You will also want to carefully document any disturbances (such as mowing, grazing, burning) on your site. If you’d like, take four photos from various angles in order to document as much of the site as possible. You may also take additional photos to document the disturbances on your site.

For each subsequent visit throughout the sampling season, you will note any changes to the surrounding landuse or site such as new disturbances (different from those noted during your last visit) on the Site Summary datasheet. If nothing has changed from your first visit, it is fine to leave the “Site Notes” section of the datasheet blank.

What is considered a disturbance?

Any recent management or natural disturbances that have changed the structure or composition of the vegetation **over at least 10% of the monitoring site**. Most observable disturbances will have occurred within the last year. Some disturbances, such as tree blow-downs, may be visible much longer than two years and should be documented. If there is no observable change to the expected structure or composition of the vegetation (even if records indicate management took place; e.g. burning or grazing), then put a check next to “No Disturbance” on the Site Summary datasheet.

Activity 1: Counting Adult Monarchs

If you are doing both Activity 1 and 2, Activity 1 should always be completed first. This is because monarchs you would count during Activity 1 will be disturbed by the transect and subplot layout required in Activity 2.

Purpose

In this Activity, you will 1) *Count adult monarchs*, and 2) *Document their behaviors*.

Attributes Measured

- Number of adult monarch butterflies
- Adult behavior
- Plant species used by adults for nectaring
- Temperature in the shade (ambient °F)

Equipment and Materials (* = optional)

- Paper map (provided by monitoring coordinator)
- Datasheets, clipboard, pen/pencil
- Compass
- GPS or smartphone*
- 5m-long string*
- Monarch identification materials (see Appendix B)*

Overview

Roadside areas take approximately 20 minutes to monitor. For other sites, this activity takes 30-45 minutes to complete, depending on the size of the site. Monitoring should be completed every three weeks throughout the growing season (May-September in the Midwest). Conducting this activity more frequently, such as once per week, would provide additional data if your schedule allows, but is not required. The data gathered will help evaluate monarch use of the habitat. Ideally, surveys should only be conducted:

- Between 10:00am and 4:00pm,
- On sunny, warm days with temperatures ranging between about 70–87 °F
- During mild winds (less than 30 mph)

Do not conduct this activity if it is raining, if wind speeds are continuously above 30 mph, or if temperatures are below 60 °F; these are not prime conditions for viewing butterflies. Since strong winds occur frequently in open prairies and are sometimes unavoidable, wind conditions up to 30 mph are allowable, but low wind speeds are preferred for spotting flying adults. To give you an idea of how wind speeds compare, the Beaufort wind scale describes a 30 mph winds a “strong breeze” (just under a moderate gale) and notes that, at 30 mph, large branches move and umbrellas are difficult to control.

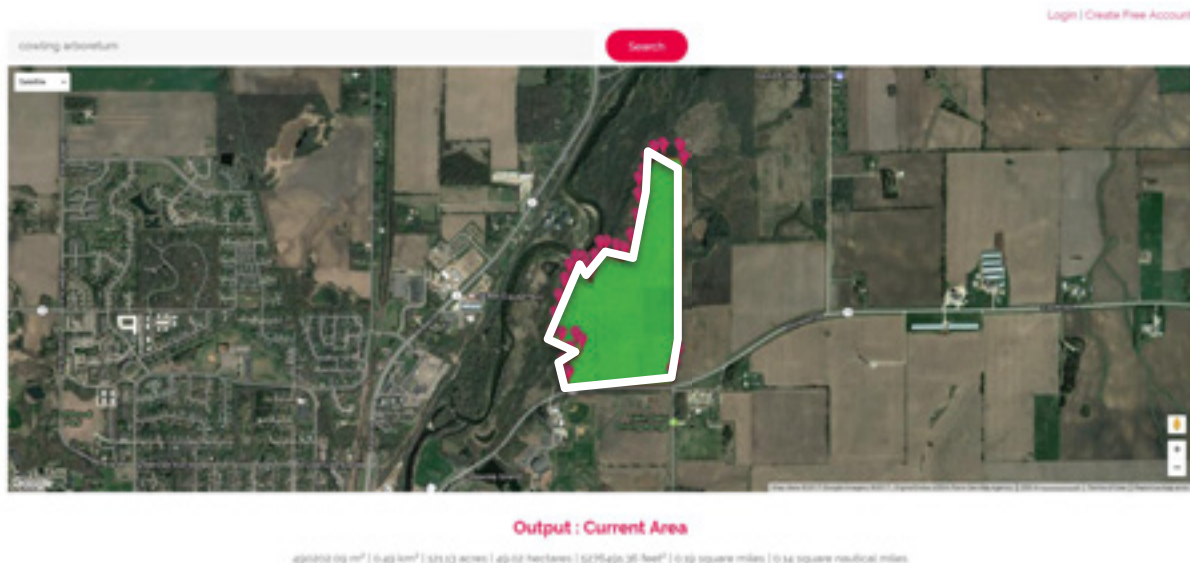
2) Delineate Site Boundaries: Once you have selected a site, you will delineate the site boundaries in order for the monitoring coordinator to provide you with a sampling map.

- a. **Roadsides:** Due to their linear nature, for roadside sites, just send the monitoring coordinator an address or coordinates (latitude and longitude) for the location you'd like to monitor (see Appendix C). Later, after vegetation monitoring, you will provide the coordinates from the end of the stretch of road that you have monitored and that will serve to delineate the site boundaries.
- b. **Grasslands, prairies, or parks:** To generate sampling locations within the site, monitoring coordinators need a map of the site boundaries. Follow these directions to create an outline of your site and then send it to your monitoring coordinator, who will make a sampling map.

You can delineate your site boundaries by using aerial imagery through a Google Maps Area Calculator or by walking the boundaries of the site using a GPS unit.

Using the Google Maps Area Calculator:

1. Navigate to the following webpage: <https://www.daftlogic.com/projects-google-maps-area-calculator-tool.htm>
2. Using the sites search bar, enter an address or coordinates near the location of your site.
3. Using your mouse, click around the edges of your site to create a polygon or an outline of the site area (see image example).
 - a. If you have a pond (or another large obstacle) in the middle of your polygon, first outline the full site, and follow the remaining steps. Then go back, outline the obstacle and send us a both files.



4. After you draw the polygon, click “Generate KML” (pink button under map).

Conducting the Count

- 1) Walk to the starting location indicated on your sampling map provided by the monitoring coordinator.
 - a. *Using the map:* Locate the start point for the butterfly walk on your map. Use your best judgment to determine where the point is located based on landscape features pictured on the map.
 - b. *Using a mobile device:* Enter latitude and longitude coordinates into the Google Maps app or similar mapping program. To do this, open the app, enter the coordinates for the start point into the search box as they are listed on your sampling map. Walk, following the device guidance until you arrive at the point.
 - c. *Using a GPS:* Enter the coordinates for the start point as listed on your sampling map and begin walking, following the arrow and directions on your GPS until you arrive at the point
- 2) From the starting point, use a compass to find the directional bearing listed on your map and *slowly walk* in that direction across the site. Keep a pace of 30 meters per minute (or one meter every two seconds, similar to a “wedding walk” down the aisle). For roadsides, walk 300 meters parallel to the road in the center of the right-of-way area, and then repeat on the opposite side of the road. In a roadside, a 300 meter transect at this pace should take 10 minutes.
- 3) Report the location of all monarchs observed in front of or to the sides of you, including butterflies not moving. When you first observe a monarch, write an ‘A’ in the column for the distance it is first observed. This is the perpendicular distance away from the imaginary line that you are walking, and will either be 0-2.5 meters, 2.5-5 meters or “Incidental” (meaning it is outside of this sampling range). This also pertains to vertical distances, so you are essentially recording data relative to a box around the transect.
- 4) For each monarch, on the same line, record a corresponding ‘A’ based on their behavior *when first sighted*: **flying, resting, ovipositing (egg laying), mating or nectaring** (See Appendix B). If a monarch is observed nectaring, record the blooming species the monarch is nectaring from (if you know it).
- 5) If the same butterfly moves into a different distance category, on the same line, write a ‘B’ under the new distance and another ‘B’ under the column for observed behavior.

You will use a modified Pollard walk (Pollard, 1977) to survey adult monarch butterflies. This involves walking the longest straight line (transect) possible across your site; the location of this transect will be provided by the monitoring coordinator (Figure 1). For roadside sites, you will walk a 300 meter transect up the middle of the right-of-way corridor on one side of the road and then repeat on the other side of the road (Figure 2). During each transect walk, you will count all adult monarchs observed within a specific distance relative to the transect and note their behavior. For help identifying and distinguishing adult monarchs from other monarch butterfly mimics, see Appendix B.

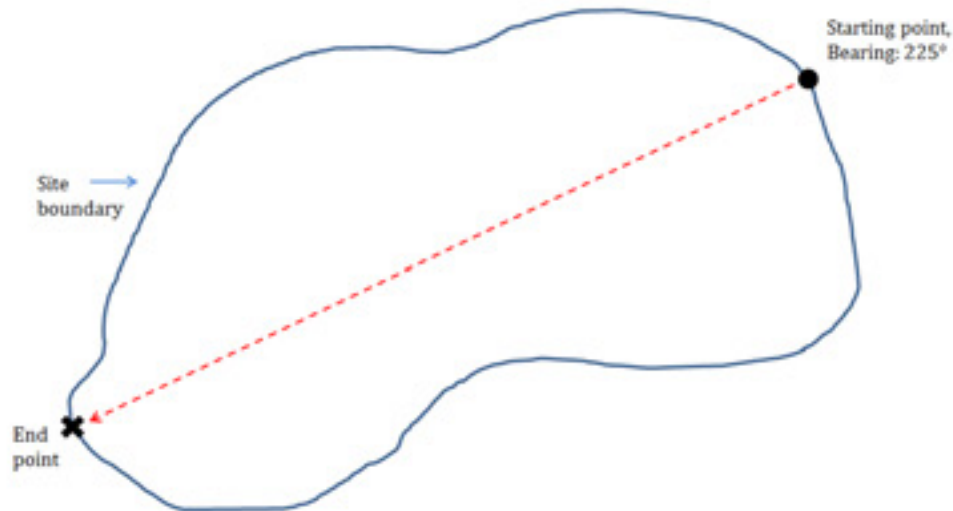


Figure 1. Map depicting route to walk across the longest portion of a grassland or prairie site for butterfly counts.

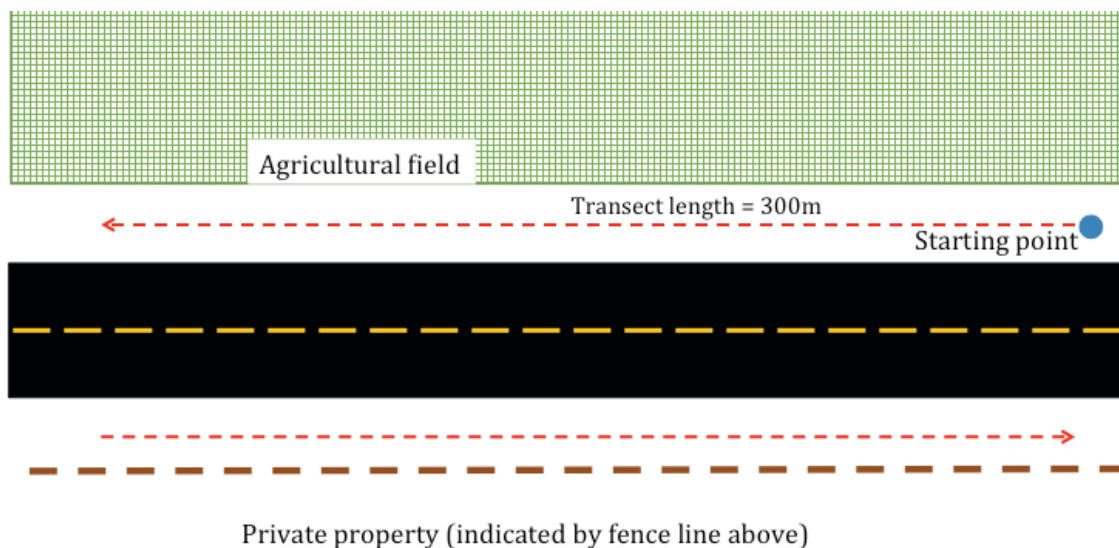


Figure 2. Map depicting route to walk (indicated by red dashed arrows) when counting butterflies along a roadside. You will walk a 300m transect on each side of the road, totaling 600m.

Activity 2: Counting Milkweed, Nectar Plants and Monarchs

Purpose

In this Activity, you will 1) *Find and walk transects*, 2) *Note the abundance of milkweed and nectar plant species*, and 3) *Look for monarch eggs, larvae, and adults*. The method for laying out transects differs slightly depending on whether your site is:

1. Larger than 4 acres
2. 1-4 acres
3. A roadside
4. Less than an acre

This activity will be completed at a site every three weeks throughout the growing season (May-September). Each visit will take 2-4 hours, depending on the site. The data gathered will help quantify the availability of food plants for monarchs, evaluate habitat quality and use by monarchs, and estimate monarch survival rates. **There are two levels of difficulty for this activity to account for varying ability to identify blooming plant species.** In *Level A* you will have the option to identify blooming plants to the species-level. In *Level B*, you will only note the presence or absence of blooming plants.

Habitat Attributes Measured

- Blooming nectar plants
 - *Level A: Frequency and diversity*
 - *Level B: Frequency*
- Per milkweed plant density of monarch eggs and larvae
- Milkweed density and diversity
- Temperature in shade (ambient °F)
- Abundance and behavior of adult monarchs

Equipment and Materials (* = optional)

- Paper map (provided by monitoring coordinator)
 - Datasheets, clipboard, pen/pencil
 - Subplot frame
 - Compass
 - Spooled tape measure*
 - GPS or smartphone*
 - Plant identification materials (see Appendix A)*
 - Monarch identification materials (see Appendix B)*
 - Hand lens or magnifying glass*
-

Sites Larger than 4 Acres

To sample a site, you will use a series of *transects*, or designated pathways, for collecting data. Your monitoring coordinator will determine transect placement on the site you delineated and will provide a map illustrating the transect placement (Fig. 4).

1. Navigate to the starting location of your first transect (Figure 4):
2. *Using the map:* Locate Point 1 on the map provided by the monitoring coordinator. Use your best judgment to determine where the point is located using landscape features pictured on the map.
3. *Using a smartphone:* Enter latitude and longitude coordinates into the Google Maps app or another mapping program. To do this, open the app, enter the coordinates for Point 1 as you would for a regular address, and follow the directions until you arrive at the point.
4. *Using a GPS:* Enter the coordinates for Point 1 and follow the arrow and directions on your GPS until you arrive at the point.
5. If using a measuring tape, secure the stake at the 0 meter mark of the tape at Point 1.
6. Using a compass, walk in the directional bearing indicated on your sampling map (and extend the measuring tape if you are using one).
7. Place your subplot frame at 0 meters (see Figure 5) and sample the subplot for nectar plants, milkweed, and immature monarchs using the instructions in Section II *Data recording*.
8. Place your second subplot 7 meters from the first (see Figure 5). Move along the transect placing each subplot 7 meters from the previous one.
9. Stop recording data when you reach either:
 - a. The boundary of your site
 - b. 50 subplots on one transect
10. Move to your second transect at Point 2 using the methods described in step 1 above.
11. When you reach Point 2, start your transect in the bearing indicated on your map.
12. Walk your second transect following the same instructions as steps 3-6.
13. Continue finding subsequent points and walking transects following the above instructions until you reach a total of **150** subplots sampled within the site.

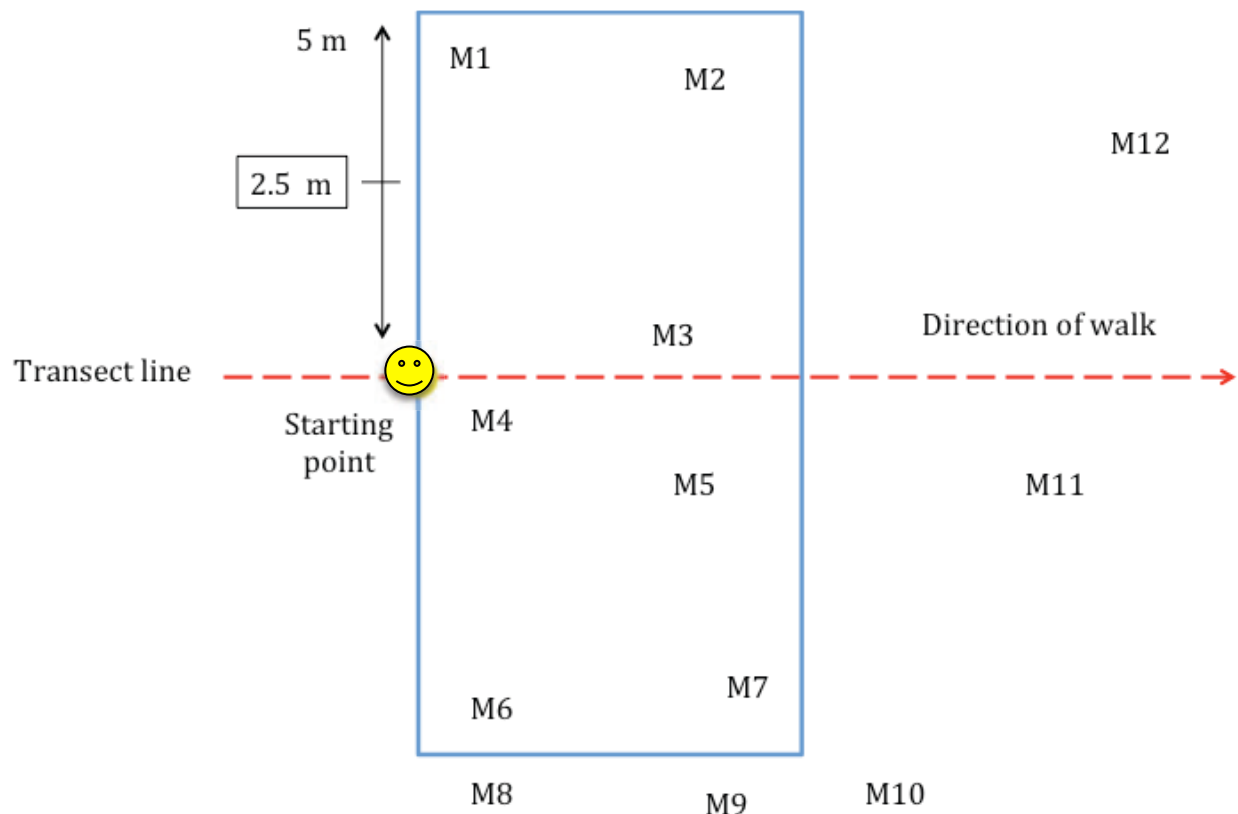


Figure 3. Monarch adult counting frame. In this example, if each “M” is a monarch, there are 7 monarchs (M1-M7) within the 5-m counting frame at this moment. M8-M12 are outside of the counting frame and are not counted. M3-M5 are within 2.5 m of the transect line. M1, M2, M6, and M7 are between 2.5-5 m from the transect line. The observer (smiley face) is moving along the transect from left to right. As the observer walks, the counting frame moves forward and some of the butterflies, such as M11 and M12, may move into the frame and be counted. The counting box extends 5 m vertically so monarchs flying within 5 m of the ground within the 5 x 5 m horizontal counting area are included in the count.

Tips for counting monarchs during the transect walk

- If you pause to record data, **pause facing the direction you will continue walking**, record your observations, and then continue the survey at a slow pace. Try to keep track of butterflies that you have already counted, and do not count them twice. If an adult monarch comes into your range and you aren’t sure whether or not you counted that butterfly before, you should count it. Do not count adults behind you.
- To estimate distances up to 5 m, we suggest practicing so you are more comfortable making these estimates in the field. Using a meter stick or tape measure, measure off 2.5 and 5 meters and practice walking while scanning that distance on either side of you. You can also take a 5-meter piece of string into the field for reference. Mark its halfway point by doubling it over and tying a knot in the middle (marking 2.5 meters). Before your count, use the string to get a sense of 2.5 and 5 m in front and to the side of you.

Sites 1-4 Acres

To sample a site, you will use a series of *transects*, or designated pathways, for collecting data (Figure 7). Your monitoring coordinator will determine transect placement on the site you delineated during Activity 1 and will provide a map illustrating the transect placement.

- 1) Navigate to the starting location of your first transect:
 - a. *Using the map:* Locate the start point on the map provided by the monitoring coordinator. Use your best judgment to determine where the point is located using landscape features pictured on the map.
 - b. *Using a smartphone:* Enter latitude and longitude coordinates into the Google Maps app or another mapping program. To do this, open the app, enter the coordinates for the start point as you would for a regular address, and follow the directions until you arrive at the point.
 - c. *Using a GPS:* Enter the coordinates for the start point and follow the arrow and directions on your GPS until you arrive at the point.
- 2) Using your compass, orient yourself according to the directional bearing indicated on your sampling map. If using a measuring tape, secure the end at 0 meters and walk the tape out in the directional bearing.
- 3) Place your subplot frame at 0 meters (see Figure 5), and sample the subplot for nectar plants, milkweeds, and monarchs using the instructions in section II.
- 4) Place your second subplot 7 meters from the first (see Figure 5) and record observations as you did in the first plot. Move along the transect placing each subplot 7 meters from the previous one and recording data.
- 5) A transect is complete when you reach the boundary of the site. At this point, you should start the next transect.
- 6) The distance between transects will vary based on the size of your site (see Table 1). This allows you to sample across the entirety of your site. To find the start of your next transect, measure the appropriate distance from the end point of your last transect along the boundary (e.g. 4 meters for a 1.5 ac site). All transects should be parallel to each other.

Table 1: Distance between transects (m) for each site size category.

Site Size (acres)	Distance (meters)
1-2	4
2-3	7
3-4	11

- 7) When you reach the start of your next transect, walk the transect using the bearing indicated on the map provided by your monitoring coordinator.
- 8) Sample along your second transect like you did for Transect 1 until you reach the opposite boundary of the site.

- 9) Repeat steps 6-8 for the remaining transects, *until you've sampled 150 subplots*. If you run out of space before reaching 150 subplots, stop sampling and contact your monitoring coordinator.

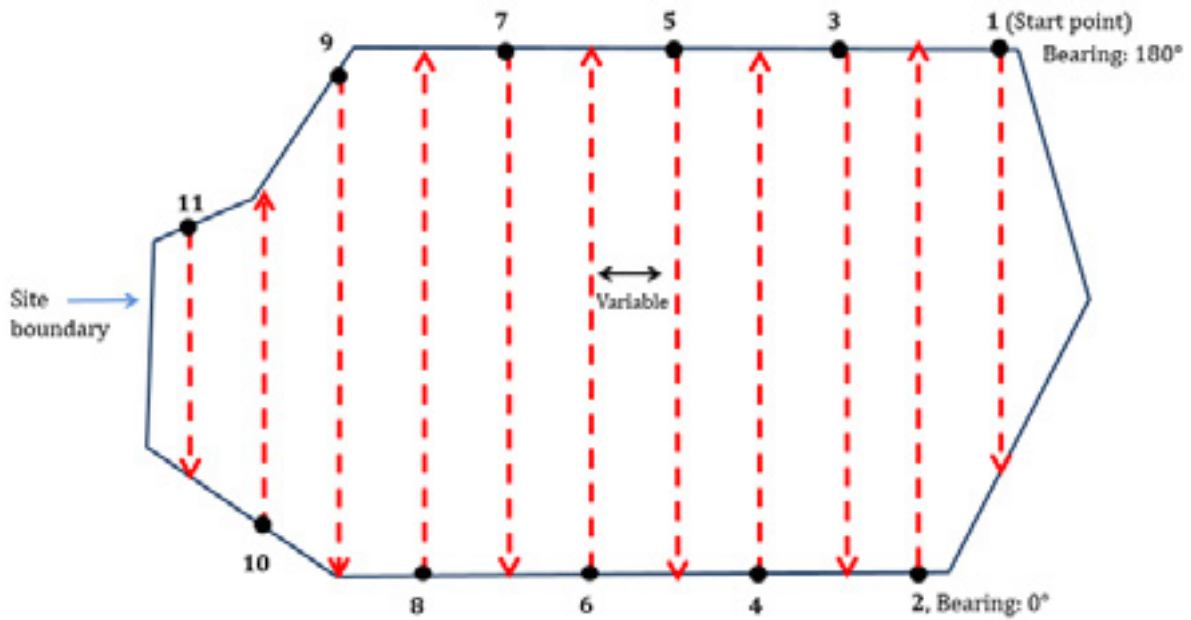


Figure 7. Transect placement in 1-4 acre grasslands. The distance between transects is variable depending on site size.

Roadside Sites

Roadside sampling consists of fifteen 75-meter transects spaced 5 meters apart (8 transects on one side of the road and 7 transects on the opposite side). Each transect starts where the roadside vegetation begins (including mowed areas) and extends diagonally across the full length of the right-of-way so that it spans 75 meters from edge to edge. Along each transect you will gather data at 10 subplots spaced 7 meters apart. Transects and subplot layout are visualized in Figures 10 and 11.

- 1) Navigate to the coordinates for transect one (provided by the monitoring coordinator):
 - a. *Using a mobile device:* Enter latitude and longitude coordinates into the Google Maps app or a similar mapping program. To do this, open the app, enter the coordinates for transect one into the search box as written on the sampling map, and begin walking. Follow the directions until you arrive at the starting point.
 - b. *Using a GPS:* Enter the coordinates for transect one and begin walking, following the arrow and directions on your GPS until you arrive at the starting point.
- 2) If using a measuring tape, secure the end of the tape to the edge of the road where the vegetation begins.
- 3) Measure and record the width of the mowed vegetation, the width of the entire roadside (including mowed vegetation), and the height of the mowed vegetation on the top of Activity 2 Nectar Plants datasheet.
- 4) Flip a coin to choose a random direction in which you will run your transects (either to the left or right of the starting point). This will be consistent on the first side of the road and you will run the transects in the opposite direction when monitoring the other side.
- 5) Walk the tape in a diagonal line (based on the coin flip) through the vegetation towards the opposite edge of the roadside right-of-way (i.e. the agricultural field, fence line, etc.) (see Figure 10).
- 6) When you have laid out 75 meters of tape, adjust your 75-meter diagonal line so that one end is at the edge of vegetation adjacent to the road (your original anchor point), and the other is at the edge of the vegetation adjacent to the fence or other right-of-way boundary (see Figure 10). If there is no boundary, do not extend your transect more than 30 meters away from the road.
- 7) Place your subplot frame at 7 meters and sample the subplot for nectar plants, milkweed, and immature monarchs (see section II *Data recording*).
- 8) Place your second and subsequent subplots 7 meters from the plot before (see Figure 11).
- 9) Stop recording data when you reach the 70-meter mark (after sampling 10 subplots).
- 10) Walk in a straight line back to the road. Move 5 meters down the road. This will be the start of your second transect.

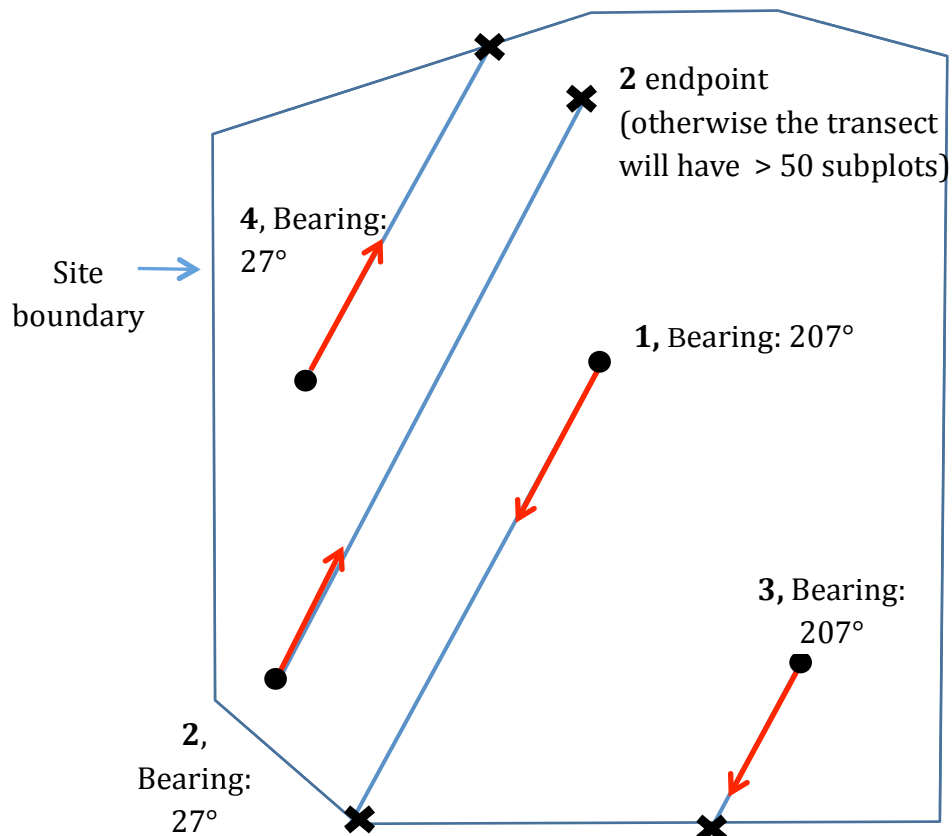


Figure 4. Transect placement within grasslands larger than 4 acre.

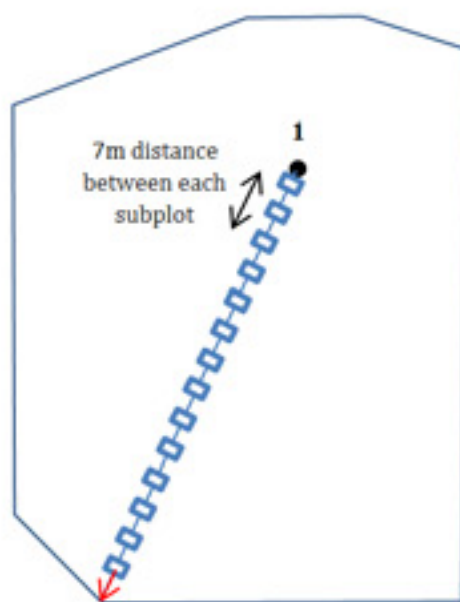


Figure 5. Subplot placement along transects.

Recording Data

While sampling each subplot, you will measure four attributes simultaneously:

- 1) Blooming nectar plants²
 - a. Level A: Identify the species of all blooming plants present
 - b. Level B: Record presence or absence of blooming plants
- 2) Density and diversity of milkweed
- 3) Density of monarch eggs and larvae
- 4) Adult monarch abundance and behavior

²If you are able to identify nearly all blooming plants to the species level, follow data recording instructions for **Level A**. If you will only note the presence or absence of blooming plants, follow data recording instructions for **Level B**.

Blooming nectar plants

Level A: Identify all blooming species

- 1) Place the subplot frame so that it is on the left side of the transect.
- 2) Check section A of the sampling frame (Figure 6) for blooming nectar plants (with at least one open, accessible flower) and record all the species you see on the Nectar Plants datasheet for Activity 2 Level A. You do not need to count individual plants, just record that the species is in the section.
- 3) Look at section B, and record any new blooming plant species. **Do not record a species that you found in section A.**
- 4) Flip the sampling frame to the right side of the transect to create section C.
- 5) In section C, record any new blooming plant species. **Do not record a species that you found in sections A or B.**

Level B: Presence or absence of blooming plants

- 1) Place the subplot frame so that it is on the left side of the transect (sections A and B, see Figure 6).
- 2) Check section A of the sampling frame (Figure 6) for blooming nectar plants (with at least one open, accessible flower). If there are blooming plants present, record **A** on the Nectar Plants datasheet for Activity 2 Level B. If nothing is blooming in section A, look at Section B of the sampling frame and record **B** if there are blooming plants present.
- 3) If there are no blooming plants in A or B, then flip the sampling frame to the right side of the transect to create section C. Record C if there are blooming species present. If no blooming plants were found throughout sections A, B, or C, then record zero.

Milkweed Count

- 1) Count all the milkweed plants (or stems that originate from the ground) that you find in the subplot. (You will **not** record the number of plants in each section A, B, or C, but rather, the total number per subplot or sum of A, B, and C.) If a plant has multiple stems, like *Asclepias viridis* or *A. tuberosa*, only record it if the majority of the stems are growing from soil within the subplot (see Appendix A).
- 2) Record the number of milkweed plants by species on the Activity 2 Milkweed and Monarchs datasheet. **If milkweed was blooming and therefore recorded as a nectar plant, record it a second time here.**

Monarch eggs and larvae

- 1) Check all the milkweed plants within each subplot (Figure 6) for monarch eggs and larvae. Record the number of monarch life stages that you see on the Activity 2 Milkweed and Monarchs datasheet. For more information about how to search for monarch eggs and larvae, see Appendix A.
- 2) Continue along the transect and check any milkweed plants between subplots for monarch eggs and larvae³. Monitor all milkweed plants within 1 meter (width of your sampling frame) on each side of the transect line. Record location information for these plants by noting the two subplot numbers straddling the milkweed plant observed. For example, any milkweeds checked between subplots 1 and 2 on a transect get labeled as 1.2, milkweed between subplots 64 and 65 as 64.65, and so on.

³Note: If you reach 100 milkweed plants monitored, you can stop counting and monitoring milkweed between subplots. However, **you should continue** to count and monitor milkweed within subplots.

If you see a monarch egg or larvae on a plant outside of the 1-meter swath to either side of the transect, do not record these observations. Looking at a plant just because you saw a monarch on it is not a random observation, and will skew the data you collect. However, if you see a monarch larva that is NOT on a milkweed plant, but it **is** in a subplot or an area between subplots that you are searching for milkweed, you can record it in the section for that subplot or area. Because older larvae often crawl off plants to molt or cool down, this may happen.

Always record the number of milkweed plants that you examine. ***This includes milkweeds on which you do not observe monarchs.***

- 11) Repeat steps 2-7 until you have sampled 150 subplots (with 8 transects on one side and 7 on the other).
- When you reach the end of transect 8, collect and record the latitude and longitude coordinates for that end point. Note: If width of the roadside differs between your transects, **adjust your bearing for every transect so that it is 75 meters long, and touches both the roadside and the edge of the agricultural field or fence line.**

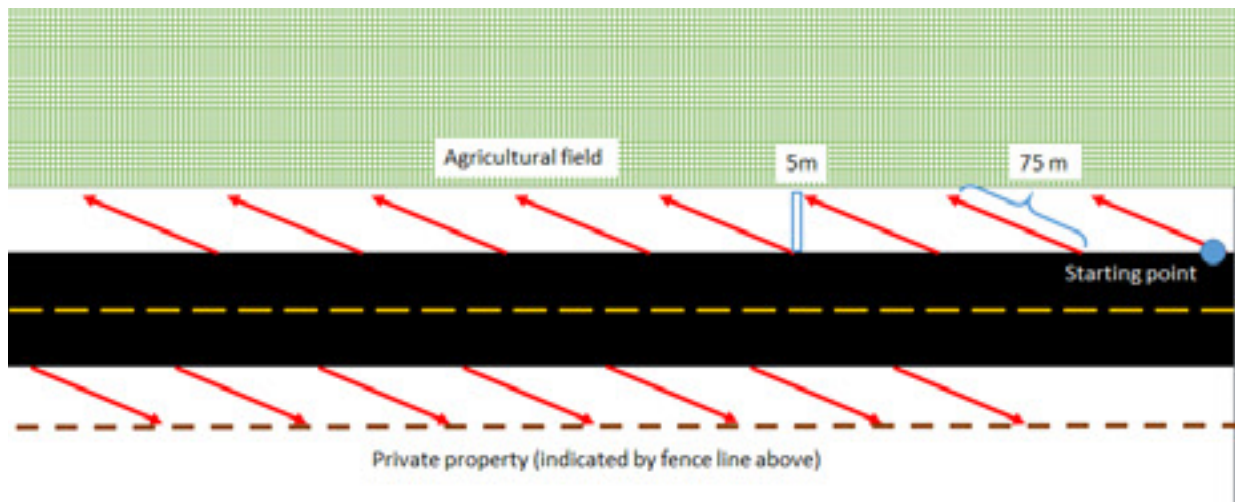


Figure 10. Transect placement in a roadside site. Transects are 75 meters long and run diagonally from the road to an edge (i.e. agricultural field or fence line shown above). The angle will differ depending on the roadside width and the direction (left or right side of the starting point) is randomly determined by flipping a coin. You will run 15 transects to sample 150 subplots: 8 on the first side of the road and 7 on the other.

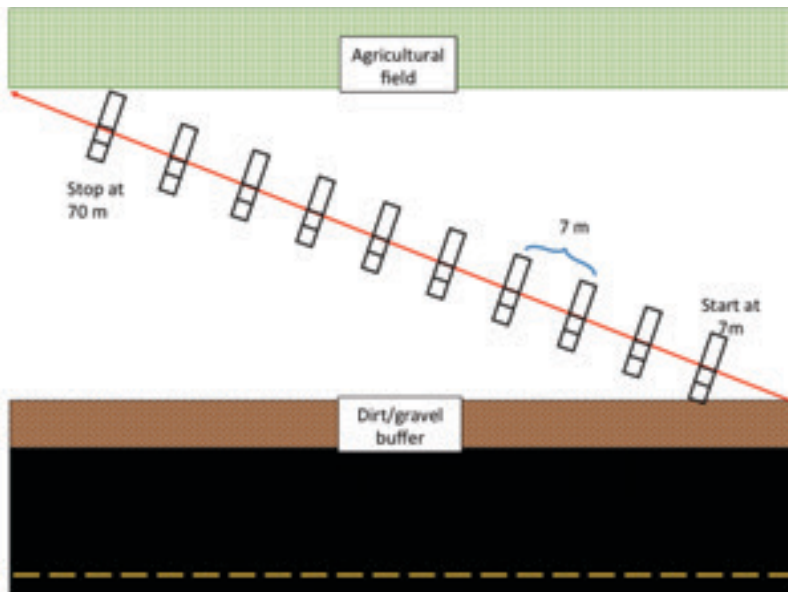


Figure 11. Subplot placement along roadside transects. The first subplot should be placed at the 7-meter mark, rather than at 0 (to avoid sampling the gravel buffer). Place each subsequent subplot 7 meters from the previous. The last subplot on each transect should be placed at 70 meters, totaling 10 subplots per transect.

Summary of data recording steps (Level A):

- 1) At 0 meters, place the subplot on the left side of the transect line.
- 2) Record all blooming species present in section A.
- 3) Record all the new blooming species present in section B.
- 4) Count all the milkweed plants in sections A and B, and check them for monarch eggs and larvae.
- 5) Flip the subplot to the right side of the transect line.
- 6) Mark the new blooming species present in section C.
- 7) Count all the milkweed plants in section C, and check them for monarch eggs and larvae.
- 8) Pick up the subplot.
- 9) Between the first and second subplot, count and check all milkweed plants for monarch eggs and larvae within 1 meter of each side of the transect line.
 - a. If you reach 100 milkweed plants, you can stop doing step 9.
- 10) At every 7 meters, place the subplot on the left of the transect and begin again at step 2.

Summary of data recording steps (Level B):

- 1) At 0 meters, place the subplot on the left side of the transect line.
- 2) Record the first section (A, B, or C) in which you observe a blooming plant.
- 3) Count all the milkweed plants in sections A, B, and C and check them for monarch eggs and larvae. Record what you observe on the Milkweed Counts and Larva datasheet.
- 4) Pick up the subplot.
- 5) Between the first and second subplot, observe and record all milkweed plants for monarch eggs and larvae within 1 meter of each side of the transect line.
 - a. If you reach 100 milkweed plants, you can stop doing step 9.
- 6) At every 7 meters, place the subplot on the left of the transect and begin again at step 2.

Activity 2: Counting Milkweed, Nectar Plants and Monarchs in Small Sites (<1 acre)

Purpose

In this Activity, you will 1) *Note the presence or absence of plant species*, and 2) *Look for monarch eggs, larvae, and adults*.

This activity will be completed at a site every three weeks throughout the growing season (May-September in the Midwest). Each visit will take 30-60 minutes, depending on the site. The data gathered will help quantify the availability of food plants for monarchs, evaluate habitat quality and use by monarchs, and estimate monarch survival rates. **There are two levels of difficulty for this activity to account for varying participant ability to identify blooming plant species.** In *Level A*, you will have the option to identify blooming plants to the species level. In *Level B*, you will only note the presence or absence of blooming plants.

Habitat Characteristics Measured

- Blooming nectar plants
 - *Level A: Presence/absence and diversity*
 - *Level B: Presence/absence*
- Density of monarch eggs and larvae
- Density and diversity of milkweed
- Temperature in shade (ambient °F)
- Abundance and behavior of adult monarchs

Equipment and Materials (* = optional)

- Datasheets, clipboard, pen/pencil
 - Plant identification materials (see Appendix A)*
 - Monarch identification materials (see Appendix B)*
 - Hand lens or magnifying glass*
-

Sampling the site

For sites smaller than 1.0 acre, monitor blooming nectar plants, milkweed, and monarchs comprehensively. To do this, walk through the site using a pattern similar to what is shown in Figure 9 to reach all areas of the plot. The tightness of the curves should be adjusted as needed to ensure the site is monitored in its entirety.

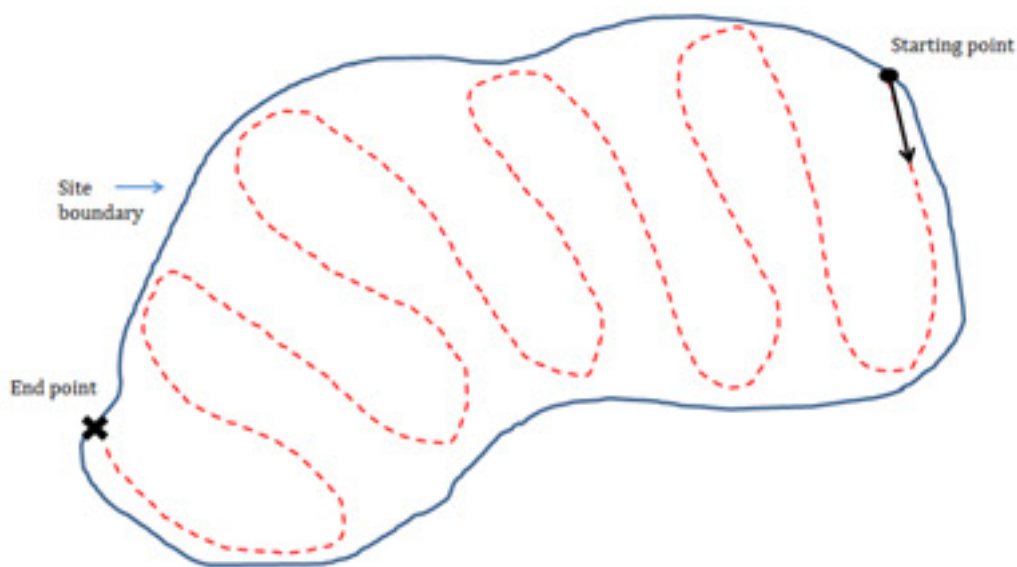


Figure 9. Monitoring path for sites smaller than 1 acre. Start from one edge and walk back and forth in order to monitor all areas of the site.

Recording data

Data for four attributes will be recorded simultaneously on Activity 2 Small Site datasheet. These are:

- 1) Blooming nectar plants⁶
 - a. *Level A: Presence/absence and diversity*
 - b. *Level B: Presence/absence*
- 2) Density and diversity of milkweed
- 3) Density of monarch eggs and larvae
- 4) Adult monarch abundance and behavior

⁶If you are able to identify blooming plants to the species level, follow data recording instructions for **Level A**. If you will only note the presence or absence of blooming plants, follow data recording instructions for **Level B**.

Level A: Identify all blooming plant species

- 1) As you walk, record all blooming flower species that you see at the site. To be considered a blooming plant there must be at least one open, accessible flower **Do not count individual plants, just record each new species you encounter. Individual blooming species should only be recorded once, even if you encounter the same blooming plant species several times.**
- 2) Count all the milkweed plants at the site and note how many species of milkweed there are, regardless if they are blooming.
- 3) Check all the milkweed plants within the site for monarch eggs and larvae. For more information about how to search for eggs and larvae, see Appendix B.

Note: If you reach 100 milkweed plants, you can stop checking them for monarchs. You should, however, continue counting and recording all milkweed plants observed at the site.

- 4) Record the presence of milkweed, blooming nectar plants, and monarchs on the Activity 2 Small Sites datasheet.

Note: If you encounter more than 1000 milkweed plants at your site, contact your monitoring coordinator for assistance devising a different sampling method.

Level B: Presence or absence of blooming plants

- 1) Record whether or not there are blooming plants at your site (Yes/No). To be considered a blooming plant there must be at least one open, accessible flower.
- 2) Count all the milkweed plants at the site, and note how many of each species there are.
- 3) Check all the milkweed plants within the site for monarch eggs and larvae. For more information about how to search for eggs and larvae, see Appendix B.

Note: If you reach 100 milkweed plants, you can stop checking them for monarchs. You should, however, continue counting and recording all milkweed plants observed at the site.

- 4) Record the presence of milkweed, blooming nectar plants, and monarchs on the Activity 2 Small Sites datasheet.

Note: If you encounter more than 1000 milkweed stems at your site, contact your monitoring coordinator for assistance devising a different sampling method.

Adult monarch abundance and behavior

If you see an adult monarch while you are monitoring milkweed and nectar plants, note its presence and behavior in the lower portion of the Activity 2 Small Site datasheet. Behaviors include: flying, resting, ovipositing, mating, and nectaring. If nectaring, record the associated plant species they are nectaring from. See *Appendix B* for information on how to distinguish between behaviors.

Activity 3: Tracking Parasitism and Monarch Survival

Overview

Monarchs often die of causes that are difficult to diagnose, or they may be parasitized by fly or wasp parasitoids that kill them (Monarch Larva Monitoring Project, 2016). This activity will help to estimate monarch larva and pupa survival in addition to the prevalence of some monarch natural enemies, including parasites (especially the protozoan parasite *Ophryocystis elektroscirrha* or *Oe*) and parasitoids (wasps and flies that lay their eggs inside immature monarchs). If you choose to participate in the *Oe* study, you'll need to contact project coordinators at the University of Georgia to obtain a free sampling kit (see instructions below, Project Monarch Health, 2015).

The activity takes 2-5 hours a week depending on the number of late-instar larvae collected. Only do this activity if you have the time and facilities to raise monarchs collected from your monitoring sites.

Collect any 4th or 5th instars each week during your site surveys while conducting any of the other activities. You may collect larvae from your monitoring site or other locations (if you collect them from locations other than assigned monitoring sites, keep track of when and where you collected them and note all relevant information on Datasheet 4).

Rear larvae indoors and record whether they survive to adulthood, and, if not, what caused their death (including if the cause of death is unknown). If you choose to test butterflies for the OE parasite, do this before releasing them. Preserve the adult parasitoids (and the pupal cases) of flies that emerge from the monarchs and mail them to the University of Minnesota for identification.

Equipment and Supplies

Rearing monarchs

- Containers in which to put larvae (see 'Detailed Instructions', Step 3 below)
- Disinfectant (20% bleach-water solution)
- Markers or tape for labeling cages
- Markers
- Paper towels or filter paper
- Screen-sized mesh, cloth, or other porous material for containers (they need air flow)
- Milkweed to feed caterpillars (collected locally)
- Cooler for collecting larvae on hot days

Collecting parasitoid flies

- Monarch Larva Monitoring Project label (Figure 5)
- Small containers (e.g. pill bottles)
- Tissues

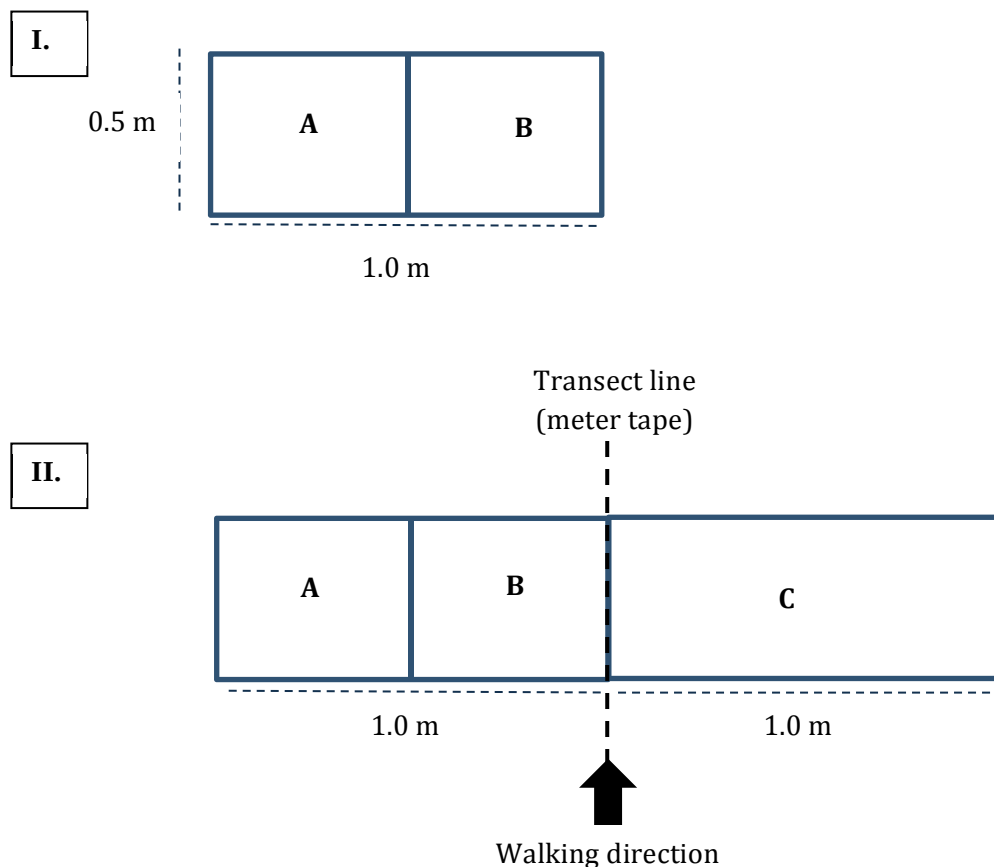


Figure 6. Measuring frame (I) and placement of subplots on transects (II). Measuring frames are 0.5 m x 1.0 m (I) and divided into two areas. Subplots are 1 m², and consist of two measuring frame placements (II). The second measuring frame placement (3rd area) is formed when the 0.5 m² frame is flipped over. When placing the measuring frame, the subdivided count should always be started to the left of the transect. The whole frame count (3rd area) should be finished to the right of the transect line.

Adult monarch abundance and behavior

If you see an adult monarch while you are monitoring milkweed and nectar plants, note its presence and behavior in the Misc. Adult Monarch Observations section at the bottom of Activity 2 Milkweed and Monarchs datasheet. Behaviors include flying, resting, ovipositing, mating, and nectaring. If nectaring, record the associated plant species they are nectaring from. See *Appendix B* for information on how to distinguish between behaviors.

Meandering Walk

After you have sampled 150 subplots, walk through your site and note any additional nectar plant and milkweed species missed by your subplots on your Site Summary Datasheet.

Testing for Oe

- Oe testing kit requested from Project Monarch Health (see end of protocol)
- Disposable gloves
- Disinfectant (20% bleach-water solution in spray bottle)

Detailed Instructions for Rearing Larvae to Track Survival

- 1) Collecting 4th and 5th instars will minimize the amount of time required to care for them. Caring for larvae takes time (~30-60 minutes per day depending on the number you collect), so only collect as many as you can care for.
- 2) If it is over 85°F on a monitoring day, avoid collecting monarch eggs or larvae, or bring a cooler for them. Even if it is cooler, plastic or glass containers act as small greenhouses, so containers with monarchs should be kept out of the sun, in a cooler, cloth bag, or other opaque carrier. As you collect the monarchs, ensure that you collect the milkweed leaf on which you find them, and enough additional milkweed to last the rest of the day. If the caterpillar is on a stem, gently remove it from the plant and give it a leaf from the plant on which you found it. Occasionally caterpillars are located on vegetation near a milkweed plant, in which case you can collect the caterpillar and leaves from the nearest milkweed.
- 3) Keep individual larvae in a jar, quart-sized deli container, or another container. When they are smaller, they can be in smaller containers (Figure 13). Containers should be easy to open; have screen or cloth coverings, or holes for airflow; and be large enough for the adult to expand its wings when it emerges. Keep it out of the sun or other hot places. Keep only one larva in each container to combat disease spread, and to allow accurate tracking of individual larvae.



Figure 13. Example of rearing set-up (Photo courtesy of Ilse Gebhard).

- 4) Clean jars daily. Empty out the caterpillar frass (excrement) and old milkweed. Wash your container before using it for another caterpillar using a 20% bleach-water solution.

5) Give larvae fresh milkweed daily. You can pick several days' worth of milkweed, wash it, and keep it in a plastic bag in a refrigerator. It stays fresher if you put a damp piece of paper towel on the bottom of your milkweed bag.

6) 4th and 5th instars will likely pupate within a week. They'll crawl to the top of their cage and form a pre-pupal "J" before shedding their skin for the last time (Figure 14). Be careful to not jostle the container while larvae are pupating. If the pupa becomes detached, carefully tie dental floss or thread around the stalk of the pupa (cremaster) and tape it to the top of the cage.



Figure 14. Pupation sequence (Photos courtesy of Siah St. Clair).

7) The pupa stage lasts 9-14 days. Pupae turn darker the day before butterflies emerge, and look black on the day they emerge (Figure 15). At this point, the wings are visible. The butterflies usually emerge in the morning. Their wings will be soft and flexible when they emerge, but they'll be ready to fly in ~4 hours. If they fall, carefully pick them up by holding the thorax, and hold their legs next to the top or side of the cage. They need to hang with their wings pointed down. A pupa that has been very dark for more than a few days is almost always dead. Within a day of an adult butterfly emerging, release it, after recording information on Datasheet 4, and, if possible, testing it for *Oe* (see below).

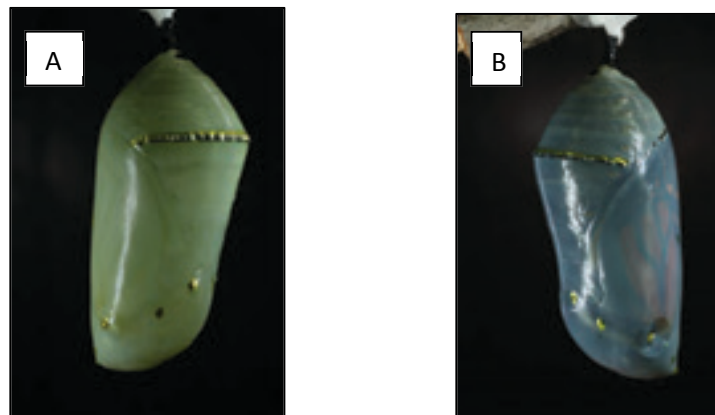


Figure 15. Monarch pupae (A) early stage chrysalis/pupa and (B) mature monarch chrysalis/pupa about to eclose. Note that wings are visible through the chrysalis wall (Photos courtesy of Siah St. Clair).

8) Larvae that have been parasitized by flies will often not pupate successfully, but will hang limply and die, although some flies will emerge from the pupa. Fly maggots come out of the host on a silk-like thread (Figure 16A), and pupate on the bottom of the container. The adult flies emerge about 7-10 days later. Wasps emerge as adults from their host pupa.



Figure 16. Tachinid fly parasitoids of monarchs. (A) Monarch pupae with silk-like thread from tachinid fly parasitoids (Photo courtesy of Sonia Altizer). (B) Three tachinid fly larvae (maggots) from parasitized caterpillar (Photo courtesy of Jaap de Roode). (C) Soon after emerging, the flies pupate, turning reddish-brown (Photo courtesy of Sonia Altizer). (D) Adult tachinid fly (Photo courtesy of UMN Monarch Lab).

9) If monarch larvae die, wait a few days to see if parasitoids emerge from them. Dispose of the monarch larvae carefully (washing your hands after handling them and disposing of them in a different room from where living larvae are kept). Search the dried milkweed leaves for fly pupae.

10) Please send adult parasitoid flies or wasps that come from monarchs you rear to the Monarch Larva Monitoring Project (MLMP). After the **adult flies** emerge from their pupae (7-10 days after they emerge from the monarch), put the flies or wasps **and** pupa cases in small containers (e.g. pill bottles, small boxes, Ziploc storage containers), with tissue to prevent them bouncing around. Do not use cotton balls, as the cotton filaments become attached to parts of the fly that are used for identification purposes. If no adult flies or wasps emerge, please send the pupae (with the same information on the label) because we may be able to identify the fly genus or species from the puparium. **Each container should hold all of the parasitoids that emerged from ONE monarch.** Put them in a freezer until you have several or until the end of the season. Either label each container with the information noted on the container label below (Figure 17), or number the containers and write the information on a separate table sent with the containers. Contact info@monarchlab.org to notify us when a package of flies should be expected. Send the specimens to:

Monarch Larva Monitoring Project
University of Minnesota
Dept of FWCB
2003 Upper Buford Circle, 135 Skok Hall
St. Paul MN 55108

Date monarch was collected:

Stage of monarch at collection:

Milkweed species on which monarch was collected:

Location of collection:

of flies and date emerged from monarch*:

Other notes:

**NOT date adult fly emerged from fly pupal case*

Figure 17. Label for container.

Instructions for Testing Monarch Adults for Oe (optional)

- 1) Obtain a sampling kit from [Project Monarch Health](mailto:monarchhealth@gmail.com). To request a free kit, email: monarchhealth@gmail.com. You will send the sampling card plus a copy of your datasheet to Monarch Health (see address below).
- 2) Butterflies should not be handled for the first four or five hours after they emerge, and can be kept in the cage until the next day. To sample adult monarchs for *Oe*, wear gloves to prevent contamination and change them frequently (after checking every adult monarch). While the parasite is not harmful to humans, it is easily spread from one monarch to another.
- 3) Remove the butterfly from its rearing container. Hold firmly as shown in the picture below, using a gloved hand (Figure 18A). Be sure not to use your other hand to touch the butterfly because that hand will be used to hold the tape sticker and sample for *Oe* spores. **It is critical that your bare hand NOT touch the butterfly!**
- 4) Pick up a piece of transparent tape or sticker with your other hand. Gently, but firmly place the sticky side of the piece of tape against the abdomen of the monarch. Press down so that it wraps around and sticks to the sides of the abdomen (Figure 18B).
- 5) Gently peel the tape off and stick it to the index card (Figure 18C). You will remove scales in the process, but it will not harm the monarch. Label the tape sample with a number that corresponds to Activity 4 datasheet entry (Figure 18D).
- 6) Sanitize your working surface with 20% bleach-water solution. Thoroughly sterilize container with 20% bleach solution and clean all supplies and tools with bleach before rearing another wild monarch.
- 7) After you've entered your data, send a copy of Datasheet 4 and the index card to:

Project Monarch Health
c/o Sonia Altizer
Odum School of Ecology
University of Georgia
Athens, GA 30602

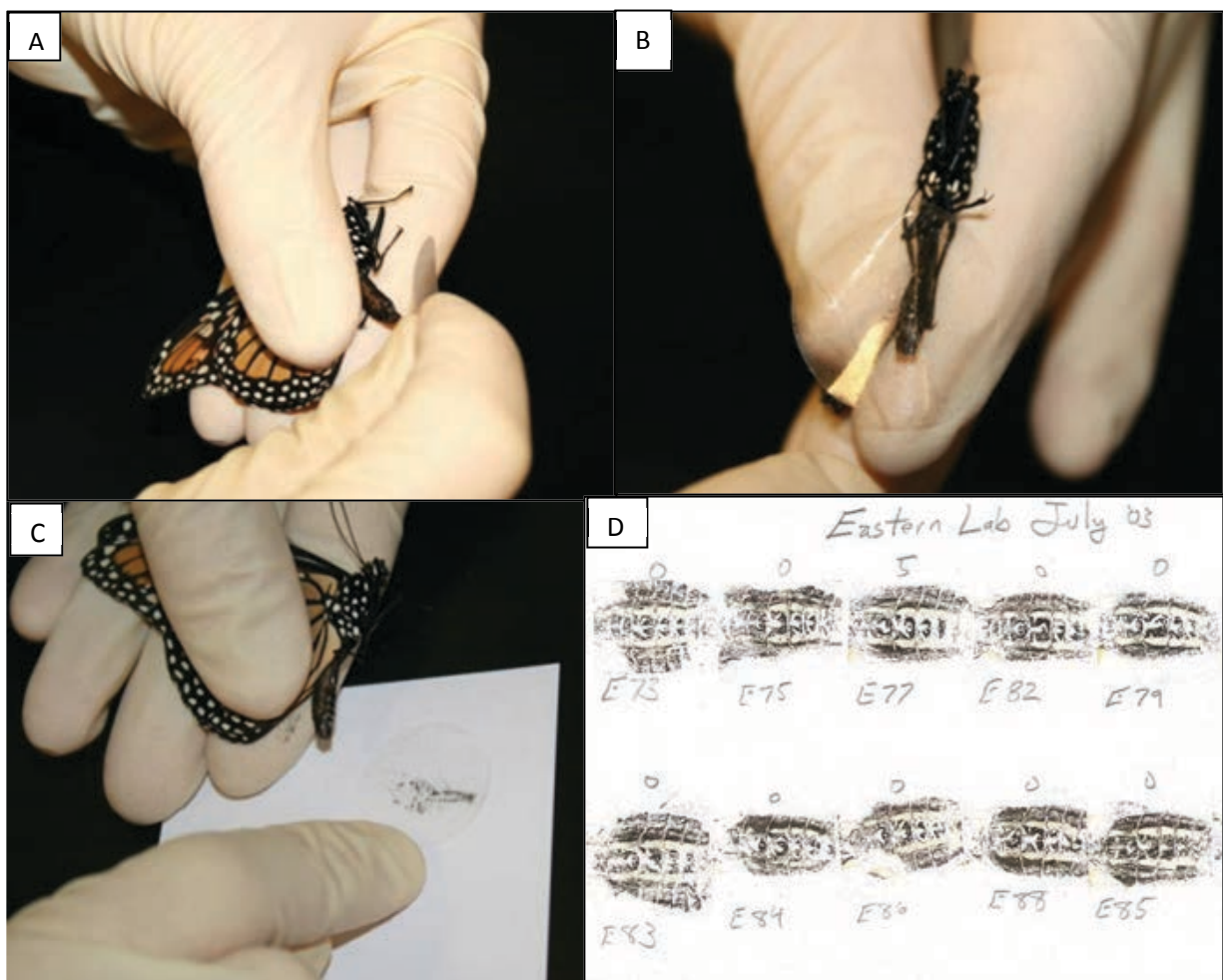


Figure 18. Sampling adult monarch for *Oe*. (A) Hold the monarch gently with gloved hands (B) Wrap tape around the abdomen (C) Gently peel the tape off and stick it to the *Oe* index card (D) Example of labeled *Oe* index card.

Appendix A: Milkweed and Plant Identification

Counting Milkweed Plants



Figure 19. *A. syriaca* (common milkweed) plants. Above-ground stalks (ramets) could be from different or the same plant. Count each individual stalk as an individual plant unless there is no soil separating stalks (*Photo courtesy of Denise Gibbs*).



Figure 20. *Asclepias tuberosa* (butterfly weed) plant. If the stems originate from the same central place (similar to the example above), count each bush of stems as one plant (*Photo courtesy of Chip Taylor*).

Sampling Checklist Sheet

STEP 1:

- ☐ Write the start time on your Site Summary Datasheet
- ☐ Describe the site (or if you have already sampled at this site just note new disturbances)

STEP 2:

- ☐ Navigate to the start of your butterfly walk
- ☐ Use the bearing provided to walk across your site (or along the road), noting monarchs on the Activity 1 Datasheet

STEP 3:

Materials

- ☐ Paper map (provided by monitoring coordinator)
- ☐ Datasheets, clipboard, pen/pencil
- ☐ Sampling frame
- ☐ Compass
- ☐ Rope or spooled tape measure *
- ☐ GPS or smartphone *
- ☐ Plant ID materials (see App. A) *
- ☐ Monarch ID materials (see App. B) *
- ☐ Hand lens or magnifying glass *
- ☐ Safety gear * (for roadside sites)

Sites Larger than 4 Acres

- ☐ Use your phone/GPS or the surrounding landscape to find your start point
- ☐ Use the bearing provided to run the transect tape until you reach the site boundary or you run out of tape
- ☐ Place the sampling frame every 7-m, recording nectar plants, milkweed, and monarchs (also record milkweed and monarchs between subplots)
- ☐ Move to your next point when you reach 50 subplots or the site boundary

Sites 1-4 Acres

- ☐ Use your phone/GPS or the surrounding landscape to find your start point
- ☐ Use the bearing provided to run the transect tape until you reach the site boundary or you run out of tape
- ☐ Place the sampling frame every 7-m, recording nectar plants, milkweed, and monarchs (also record milkweed and monarchs between subplots)
- ☐ At the end of the transect, measure either 4, 7 or 11 meters along the boundary and start your next transect

Roadsides

- ☐ Use your phone/GPS to or the surrounding landscape to find your start point
- ☐ Measure the width of the roadside and the width/height of mowed vegetation on the first transects on each side of the road
- ☐ Run a 75-m transect diagonally across roadside
- ☐ Place the frame every 7-m, recording nectar plants, milkweed, and monarchs (also record milkweed and monarchs between subplots)
- ☐ At the end of the transect, shift over 5-m and run another 75-m transect
- ☐ Run 8 transects on one side of the road and 7 on the other

STEP 4:

- ☐ Meandering walk: Walk through your site and note any additional nectar plant and milkweed species missed by your subplots
- ☐ Note the end time on your site summary sheet

Native Milkweed Species Commonly Found in the Midwest

Asclepias syriaca, Common milkweed

Key Characters:

- Broad leaves, sometimes with reddish vein
- Flowers pink and fragrant
- Stout stem and hairy leaves



Photos courtesy of Wendy Caldwell

Asclepias incarnata, Swamp milkweed

Key Characters:

- Leaves typically hairless and leaf margins toothless
- Leaves opposite and tapered to a point
- Flowers pink and fragrant



Photos courtesy of Wendy Caldwell

Asclepias tuberosa, Butterfly weed

Key Characters

- Flat topped clusters of orange flowers
- Does not have milky sap
- Leaves are stiff, pointed and sessile (have no leaf stalk)
- Flowers have no noticeable scent



Photo courtesy of Chip Taylor



Photos courtesy of Wendy Caldwell

Asclepias verticillata, Whorled milkweed

Key Characters:

- Long skinny leaves whorled in clusters of 3-6



Photos courtesy of Wendy Caldwell

Asclepias sullivantii, Sullivant's milkweed

Key Characters:

- Leaves smooth and lacking stalks
- Leaves oblong or egg-shaped and heart-shaped at the base
- Side veins do not extend to the edge of the leaf



Photo courtesy of Bill Johnson



Photo courtesy of Tim Osborne

Asclepias speciosa, Showy milkweed

Key Characters:

- Leaves with broad base and pointed tip
- Leaf underside hairy
- Red mid-vein



Photos courtesy of Wendy Caldwell



Asclepias exaltata, Poke milkweed

Key Characters:

- Leaves large, broad and tapered to a point
- Leaf stems $\frac{1}{4}$ to an inch long
- Flowers droopy with the horns sticking out of the hoods
- Leaf attachment opposite



Photos courtesy of Janet Allen

Appendix B: Monarch egg, larvae, and adult identification

Eggs and Caterpillars

Remember that monarch eggs and caterpillars can be hard to find!

- Look carefully at all parts of the plant, including the bottoms of the leaves, the area within the small leaves at the top of the plant, and buds and flowers.
- Keep an eye out for caterpillar clues, such as chew marks on the leaves.
- Handle the plants carefully to avoid knocking any larvae off of them.
- Use the pictures of the eggs and 5 larval instars below.

Monarch butterfly eggs and larvae (caterpillars) are found on species of milkweed plants (*Asclepias* spp.). Monarch caterpillars go through 5 stages of development called instars (illustrated below).



Monarch egg on milkweed leaf — The egg is a little more than 1 millimeter tall. (*Photo courtesy of Lynda Andrews*)



Close-up of monarch egg — Note the pointed shape, the glossy color, and the vertical ridges. (*Photo courtesy of Michelle Solensky*)



Monarch egg (left) and sap bubble from milkweed (right). (*Photo courtesy of Anurag Agrawal*)



Live monarch egg about to hatch. Monarch eggs will develop a dark spot when close to hatching. (*Photo courtesy of Valerie Evanson*)



Dead monarch egg. Note the “puddle” of dead larva in the bottom of the egg. *(Photo courtesy of Valerie Evanson)*



1st instar feeding damage. This circular feeding pattern is an indication that a monarch first instar was on the plant. Note that striping appears after the caterpillar begins to eat. *(Photo courtesy of Tom Collins)*



1st instar consuming eggshell. First instars are dull greenish-grey when they first emerge from the egg, and have a dark black head. They have tiny front and back tentacles that are difficult to see with the naked eye. *(Photo courtesy of Mary Holland)*



2nd instar. Second instar larvae have a distinct pattern of black, white, and yellow band, and the body no longer appears transparent and shiny *(Photo courtesy of Monarch Lab).*



3rd instar. This third instar monarch has just molted. As monarch larvae develop, they increase in size and their stripes become more distinct. The front tentacles extend to the tip of the head but not past it (*Photo courtesy of Monarch Lab*).



5th instar. Older larvae have bright yellow, black and white striping and the front tentacles are about 1 cm. long (*Photo courtesy of Richard Hicks*).



4th instar. The front tentacles now extend beyond the tip of the head. Internal changes, including the development of reproductive structures, begin to occur in late instar monarchs (*Photo courtesy of Monarch Lab*).



Monarch instars. The entire larval stage in monarchs lasts from 9-14 days under normal temperatures. The speed of monarch development is temperature dependent (*Photo courtesy of Monarch Lab*).

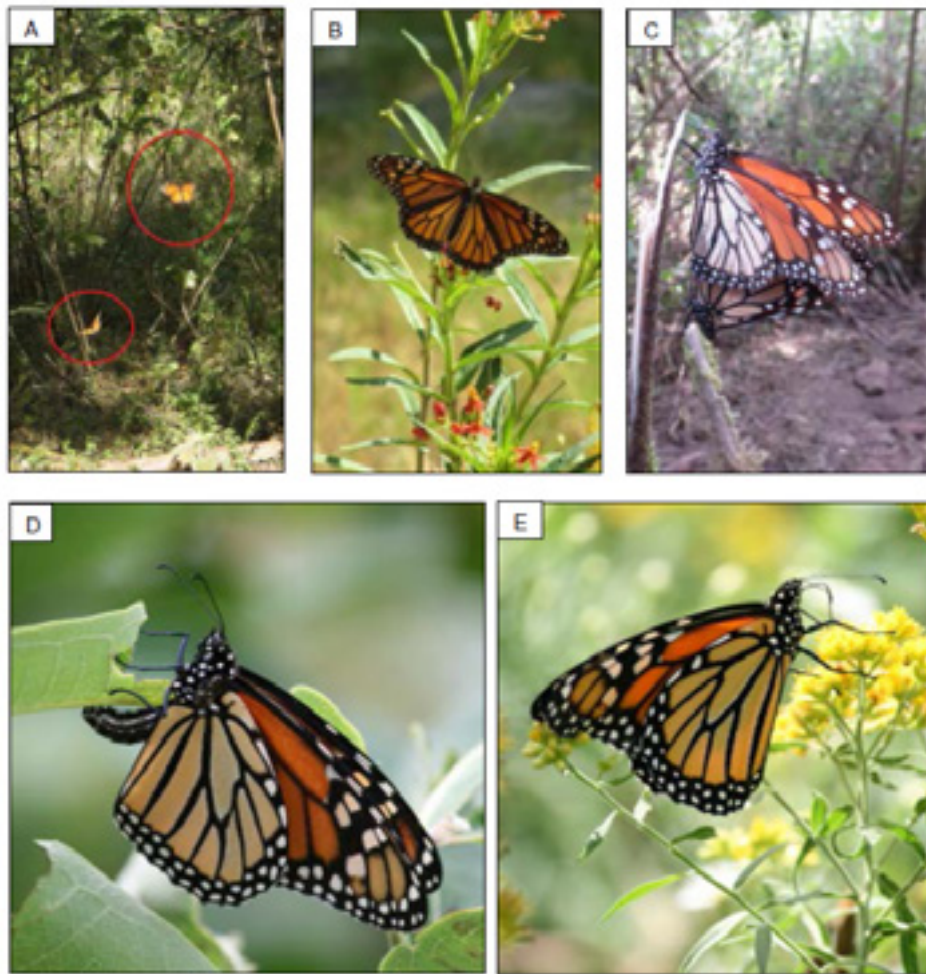


Figure 21. Monarch behavior: (A) Two monarchs flying, (circled in red; photo courtesy of Holly Holt), (B) Resting (photo courtesy of Chuck Patterson), (C) Mating (photo courtesy of Holly Holt), (D) Ovipositing (photo courtesy of Candy Sarikonda), and (E) Nectaring (note that monarch's proboscis is extended into flower; photo courtesy of Candy Sarikonda).

Adult Monarchs

Male monarchs have a black spot (indicated by a red arrow) on a vein on each hind wing that is not present on the female. The ends of the abdomens are also shaped differently in males and females, and females often look darker than males and have wider veins on their wings.



Male Monarch Butterfly (*Photo courtesy of Michelle Solensky*)

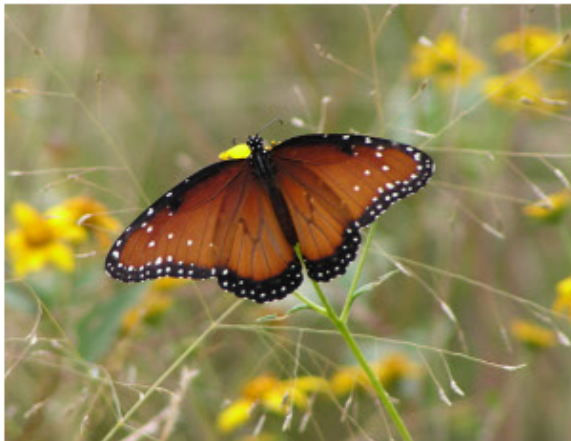
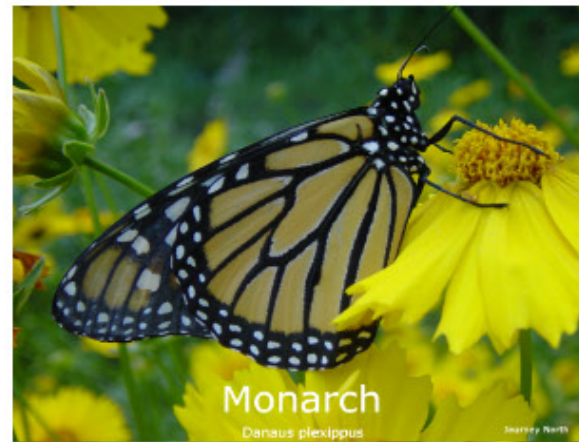


Female Monarch Butterfly (*Photo courtesy of Barbara Powers*)

Monarch adult behavior:

Flying	Individual butterflies are in flight
Resting	Alighted on a plant with no sign of mating, ovipositing, or nectaring
Ovipositing	A female adult monarch arching the abdomen and depositing eggs (on milkweed plants)
Mating	Male and female adults are observed copulating
Nectaring	Adults are alighted on a plant and actively extending the proboscis into a flower to obtain nectar

Queen, *Danaus gilippus*



Both queen and monarch caterpillars feed on milkweed. You can tell adults apart by looking at the forewings. Queen adults (left) have white spots scattered on the upper forewing (as shown above) (*Photos courtesy of Journey North*).



Queen larvae have three sets of tentacles. Monarchs only have two (front and back, no middle set) (*Photo courtesy of Hayley Schroeder*).

Monarch Butterfly Mimics

Watch out for mimics! There are a few butterfly species that look very similar to monarchs in the larval, pupal, and/or adult stages.

Viceroy, *Limenitis archippus*



Viceroy adults look very similar to monarch adults. They have the same color and similar wing patterns. To differentiate between them, look at the lower wing. Viceroy has a horizontal line across the bottom of their hindwings (as shown above). Viceroy flight patterns also tend to be faster and more erratic than monarchs (*Photos courtesy of Candy Sarikonda and Journey North*).

Appendix C: Using a GPS Unit (designed for Garmin products and PC computers)

If you have access to a GPS unit, we encourage you to use it to delineate site boundaries. These instructions cover how to walk with the GPS in the field to record spatial information about your site, and download and send this information to your monitoring coordinator. **We recommend practicing these steps near home before going to your field site.**

How to Walk with the GPS

A few things to note before beginning your walk with the GPS:

- The GPS will track its movement wherever it goes, so **make sure that you only walk along the outside boundary of the site.**
- The GPS collects data continuously, so if you stand at the same location for a long time, it will collect multiple points at that point. **Try to move at a constant, steady pace.**
- Keep the GPS held out in front of you so you know where it is recording. Remember, it only tracks its own location, not the location of your body.

Delineating Site Boundaries

Directions are for Garmin etrex 10, but most Garmin products are similar

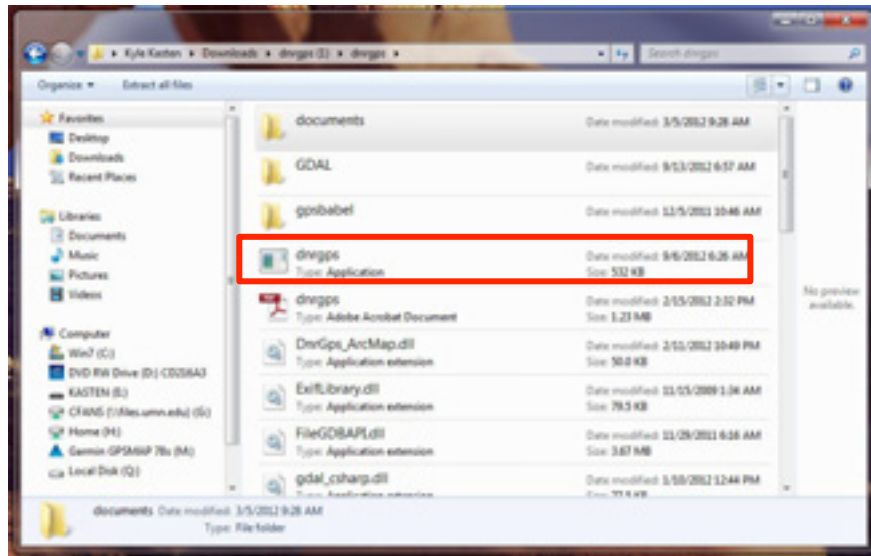
- 1) Proceed to a starting point somewhere on your site's boundary.
- 2) Press and hold the LIGHT button to turn on the device.
- 3) Ensure that it has acquired a satellite signal by checking the map. It should show where you are. You can zoom in or out using the (^) or (v) keys
- 4) Press the MENU key twice to display the Main Menu screen.
- 5) Highlight the "Track Manager" option using the toggle.
- 6) Press the ENTER (press the toggle straight down) to display the Tracks screen.
- 7) Press the ENTER on "Current Track".
- 8) Toggle to "Clear Current Track" and press ENTER. Then select "Yes"
- 9) Toggle down to "View Map" and press ENTER.
- 10) Begin walking around your site (see *How to Walk with the GPS* directions above).
You can zoom in or out to view your track.
- 11) Finish at the same point you started.
- 12) Press MENU, and return to the "Track Manager" page.
- 13) Press ENTER on "Current track", then toggle up to "Save Track" and press ENTER.
- 14) Delete the default name, and enter a name that you will remember later. When the name is entered, hit "Done" at the bottom of the screen.
- 15) The GPS will ask you if you want to "Clear the current track and associated trip data". This just means that it will stop recording your movement. Select "Yes" to save your track.
- 16) You can view your track by selecting it from the menu in "Track Manager".
- 17) Turn off the GPS by pressing and holding the LIGHT button.

Downloading GPS data (only compatible with PC)

These directions describe one free program for downloading GPS information. If you are more comfortable with a different program, please feel free to use it.

1. Download and install DNR GPS

- 1) Search “DNR GPS” on your web browser, and select the link to the Minnesota DNR. Alternatively type, in the following web address:
<http://www.dnr.state.mn.us/mis/gis/DNRGPS/DNRGPS.html>
- 2) Scroll down until you find “DNRGPS 6.0.0.15”, and click on the link to download the zip file.
- 3) Open the zip file, and run the dnrgps Application.



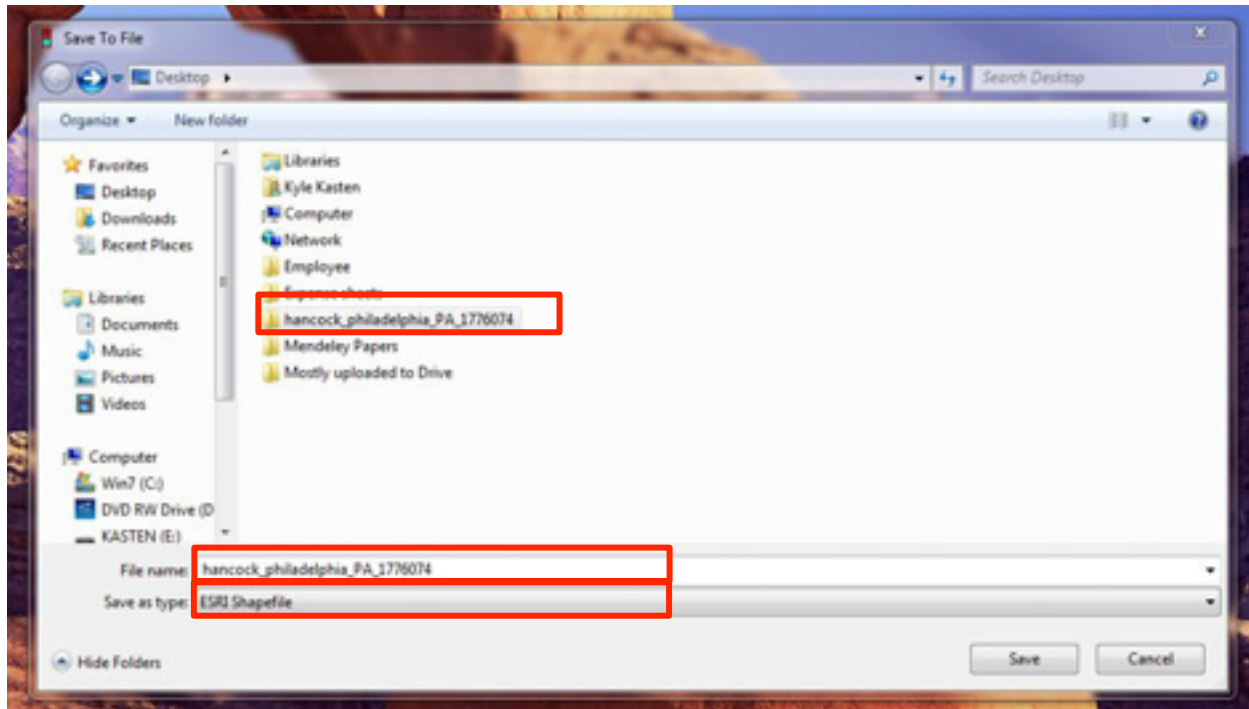
2. Download data from the GPS

- 1) Connect the GPS to your computer using the cable it came with.
- 2) To download only tracks (aka Polygons), select the track menu along the top bar, then click Download (Track => Download).
- 3) Select the file (whatever you named it in the GPS) and click OK. Your track data should now appear in the table like this:

type	ident	ident	Latitude	Longitude	y_prio
TRACK	NORTH PRAIRIE	T1	44.2067309003	-94.2559995968	44.2067309003
TRACK	NORTH PRAIRIE	T1	44.2067433055	-94.2560562585	44.2067433055
TRACK	NORTH PRAIRIE	T1	44.2068072595	-94.2564098909	44.2068072595
TRACK	NORTH PRAIRIE	T1	44.2070937529	-94.2565628607	44.2070937529
TRACK	NORTH PRAIRIE	T1	44.2075866326	-94.2565756012	44.2075866326
TRACK	NORTH PRAIRIE	T1	44.2081596795	-94.2566157505	44.2081596795
TRACK	NORTH PRAIRIE	T1	44.2084330972	-94.2565379684	44.2084330972
TRACK	NORTH PRAIRIE	T1	44.2084610928	-94.2563624494	44.2084610928
TRACK	NORTH PRAIRIE	T1	44.2085568979	-94.256006889	44.2085568979
TRACK	NORTH PRAIRIE	T1	44.208628647	-94.2558778038	44.208628647
TRACK	NORTH PRAIRIE	T1	44.2087930162	-94.2558895385	44.2087930162
TRACK	NORTH PRAIRIE	T1	44.2088775057	-94.2559902929	44.2088775057
TRACK	NORTH PRAIRIE	T1	44.2089173875	-94.2561110016	44.2089173875

3. *Save data to a file*

- 1) Create a folder on your desktop using the naming system lastname_city_state_yyyy.mm.dd. This will be empty for now, but you will save files to it later. For example: hancock_philadelphia_PA_1776.07.04
- 2) Back in DNRGPS, go to **File => Save To => File**.
- 3) Change your “save to” location to the folder you just created on your desktop.
- 4) Use dropdown menu to change **Save as type** to “ESRI Shapefile”.
- 5) Change the **File name** using the same system (lastname_city_state_yyyy.mm.dd).
- 6) Click Save. At the pop-up box, select Shape Type as “Polygon” and click OK.



4. *Sending data to your monitoring coordinator*

- 1) Files can be sent like a normal email attachment, but first, they need to be compressed.
- 2) Address your email as you would normally, and click attach files.
- 3) Navigate to the folder on your desktop named “ hancock_philadelphia_PA_1776.07.04 ” and right-click on the folder.
- 4) In the right-click menu, find **7-Zip=>Add to hancock_philadelphia_PA_17760704.zip**. Click OK.
- 5) The new “.zip” file is now compressed enough to send. Find it in your files, attach it in your email, and send it to your monitoring coordinator!

References

- Comer P, Faber-Langendoen D, Evans R, Gawler S, Josse C, Kottel G, Menard S, Pyne M, Reid M, Schulz K, Snow K, Teague J. 2003. Ecological systems of the United States: a working classification on U.S. terrestrial systems. NatureServe, Arlington, VA.
- Grubb TG, Eakle WL. 1988. Recording wildlife locations with the Universal Transverse Mercator (UTM) grid system. Research Note RM-483. U.S. Department of Agriculture Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station, Fort Collins, CO.
- Loeb SC, Rodhouse TJ, Ellison LE, Lausen CL, Reichard JD, Irvine KM, Ingersoll TE, Coleman JTH., Thogmartin WE, Sauer JR, Francis CM, Bayless ML, Stanley TR, and Johnson DH. 2015. A plan for the North American Bat Monitoring Program (NABat). General Technical Report SRS-208. U.S. Department of Agriculture Forest Service, Southern Research Station, Asheville, NC.
- O'Brien LE, Knutson MG. SOP 4: A general approach for associating standardized vegetation classes with survey locations. *In* Knutson MG, O'Brien L, Sutherland TW, Carlyle KL, Herner-Thogmartin J, Carter L. 2016. National protocol framework for the inventory and monitoring of breeding landbirds using point counts. Version 2.0. Natural Resources Program Center, Fort Collins, CO.
- Monarch Larva Monitoring Project. 2016. MLMP. Retrieved May 2, 2016, from <http://www.mlmp.org>
- Pollard E. 1977. A method for assessing changes in the abundance of butterflies. *Biological Conservation* 12: 115–134.
- Project Monarch Health. 2015. Monarch Health. Retrieved May 12, 2016, from monarchparasites.org
- Zar JH. 1984. Biostatistical analysis. Second Edition. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, NJ.

Site Summary Datasheet			Date:	Observers:		
Site:			Start Time:	End Time:	Temperature in the Shade:	
Before Sampling						
Disturbances: check up to 5 recent (< 1 year) disturbances observed on >10% of the plot that may affect the structure and composition of the vegetaion.			Site Condition			
No Disturbance		Grazed				
Pesticide Treatment		Contruction (road, trail, or structure)				
Herbicide Treatment		Prescribed burn/wildfire		Surrounding Landscape		
Fertilizer		Wind event/blow down				
Plowed/disked		Other:				
Flooded						
After Sampling (Only if participating in Activity 2)						
Meandering Walk: In your final walk through your site note any blooming nectar plants and milkweed species that were missed by your transects. Level B participants just note additional milkweed species.				Misc. Adult Monarch Totals (Add totals from the bottom of the milkweed datasheets)		
Blooming Nectar Plants		Milkweed		Behavior	Total	
				Flying		
				Resting		
				Ovipositing		
				Mating		
				Nectaring		
				Unknown		
				Nectar Plant I.D.		

Activity 1 Butterfly Walk				Start Time:				Site:		Date:	
				End Time:				Observer:			
Notes:											
Directions: Walk at a pace of 30 meters per minutes. For each monarch you see, write an 'A' in the box for the distance it is first observed and the behavior it is engaging in. If the same butterfly moves into a different distance category, write a 'B' in the new distance and behavior category.											
	Distance (m)			Behavior							
Monarch	0-2.5	2.5-5	Incidental	Flying	Resting	Ovipositing	Mating	Nectaring	Unknown	Nectar Plants	
<i>Example:</i>	<i>B</i>	<i>A</i>		<i>A</i>				<i>B</i>		<i>Purple Coneflower</i>	
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											

MCSP Integrated Monitoring Strategy Data Sheets
Version: 06.01.2017

[illegible]

Activity 2 Nectar Plants Datasheet (Level A), Sites >1 acre																Date:		page <u>1</u> of <u>3</u>									
Monitoring site:																Observer:											
When you encounter a blooming nectar plant, write the species or common name and then record the first section of the sampling frame (A, B, or C) for every subplot you find it in.																											
Subplots		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
Nectar Plant Species	Example		A			A	C				B				B									A			
Subplots		26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	
Nectar Plant Species																											

Activity 2 Nectar Plants (Level A)							Date:				Notes:										page <u>2</u> of <u>3</u>					
Subplots	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	
Nectar Plant Species																										
Subplots	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	
Nectar Plant Species																										

Activity 2 Nectaring Plants (Level A)							Date:				Notes:									page <u>3</u> of <u>3</u>						
Subplots	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	
Nectar Plant Species																										
Subplots	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	
Nectar Plant Species																										

Activity 2 Nectar Plants (Level B), Sites >1 acre																		Date:							
Site:																		Observer:							
Notes:																									
In each of the 150 subplots listed below record the first section of your sampling frame (A, B, or C) in which blooming nectar plants were observed. If no blooming plants are present in that subplot write a 0.																									
Subplot #	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Section																									
Subplot #	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
Section																									
Subplot #	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
Section																									
Subplot #	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
Section																									
Subplot #	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125
Section																									
Subplot #	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150
Section																									

Activity 2 Nectar Plants Datasheet (Level A), Roadsides																Date:				page <u>1</u> of <u>3</u>						
Site:																Observer:										
End point Latitude, Longitude:																			Height of mowed vegetation:							
Roadside width:				Side 1				Side 2				Mowed width:				Side 1									Side 2	
Subplots		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Mowed (Y/N)																										
Species Acronym	Example			C			C			B			A											A		
Subplots		26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
Mowed (Y/N)																										
Species Acronym																										

Activity 2 Nectar Plants (Level A)						Date:				Notes:										page <u>2</u> of <u>3</u>									
Subplots	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75				
Mowed (Y/N)																													
Species Acronym																													
Subplots	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100				
Mowed (Y/N)																													
Species Acronym																													

Activity 2 Nectar Plants (Level A)						Date:				Notes:										page <u>2</u> of <u>3</u>									
Subplots	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125				
Mowed (Y/N)																													
Species Acronym																													
Subplots	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150				
Mowed (Y/N)																													
Species Acronym																													

Activity 2 Nectar Plants Datasheet (Level B), Roadsides																		Date:							
Site:																		Observer:							
End point Latitude, Longitude:																				Height of mowed vegetation:					
Roadside width:		Side 1				Side 2				Mowed width:		Side 1				Side 2									
In each of the 150 subplots listed below record the first section of your sampling frame (A, B, or C) in which blooming nectar plants were observed. If no blooming plants are present in that subplot write a 0.																									
Subplot #	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Mowed (Y/N)																									
Section																									
Subplot #	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
Mowed (Y/N)																									
Section																									
Subplot #	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
Mowed (Y/N)																									
Section																									
Subplot #	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
Mowed (Y/N)																									
Section																									
Subplot #	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125
Mowed (Y/N)																									
Section																									
Subplot #	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150
Mowed (Y/N)																									
Section																									

Activity 2 Small Site Datasheet: Nectar Plants, Milkweed, and Monarchs				Date:		Observer:			Level (Circle one) A or B		
				Site:							
Blooming Nectar Plants				Milkweed/Egg and Larvae Counts							
Level A: Nectar Plant Species (List each species observed in the boxes below)				Milkweed Species	No. of plants	Eggs	1st	2nd	3rd	4th	5th
Level B: Were nectar plants observed (Circle)? YES/NO											
Misc. Adult Monarch Observations (tally for each behavior observed)	Flying	Resting	Ovipositing	Mating	Nectaring	Unknown	Nectar Plants (if any observed nectaring)				

Black swallowtail, *Papilio polyxenes*



Black swallowtail larvae have yellow spots and lack the white stripes of monarch larvae. They eat plants in the carrot family (parsley, dill, carrots, etc.).