

Danaus plexippus



- NORTH AMERICAN MONARCH CONSERVATION PLAN
- PLAN DE AMÉRICA DEL NORTE PARA LA CONSERVACIÓN DE LA MARIPOSA MONARCA
- PLAN NORD-AMÉRICAIN DE CONSERVATION DU MONARQUE

This publication was prepared by the Secretariat of the Commission for Environmental Cooperation (CEC) and does not necessarily reflect the views of the governments of Canada, Mexico or the United States of America.

Reproduction of this document in whole or in part and in any form for educational or non-profit purposes may be made without special permission from the CEC Secretariat, provided acknowledgement of the source is made. The CEC would appreciate receiving a copy of any publication or material that uses this document as a source.

Published by the Communications Department of the CEC Secretariat.

Publication details

Type: Project report

Date: June 2008

Original language: English

Review and Quality Assurance Procedures

- Peer review: February 2008
- Review by the Parties: March–April 2008

For more information please consult the Acknowledgements.

Commission for Environmental Cooperation

393, rue St-Jacques Ouest, bureau 200
Montreal (Quebec) Canada H2Y 1N9
info@cec.org
<http://www.cec.org>

© Commission for Environmental Cooperation, 2008

ISBN 2-923358-54-6

Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales
du Québec, 2008

Dépôt légal – Bibliothèque et Archives Canada, 2008

Printed in Canada

La presente publicación fue elaborada por el Secretariado de la Comisión para la Cooperación Ambiental y no necesariamente refleja las opiniones de los gobiernos de Canadá, Estados Unidos o México.

Se permite la reproducción total o parcial de este documento, en cualquier forma o medio, con propósitos educativos y sin fines de lucro, sin que sea necesario obtener autorización expresa por parte del Secretariado de la CCA, siempre y cuando se cite debidamente la fuente. La CCA apreciará se le envíe una copia de toda publicación o material que utilice este documento como fuente.

Edición al cuidado del Departamento de Comunicación y Difusión Pública del Secretariado de la CCA.

Particularidades de la publicación:

Tipo: informe de proyecto

Fecha: junio de 2008

Idioma original: inglés

Procedimientos de revisión y aseguramiento de calidad:

- Revisión de especialistas: febrero de 2008
- Revisión de las Partes: marzo – abril de 2008.

Para información adicional, consúltense los agradecimientos.

Comisión para la Cooperación Ambiental

393, rue St-Jacques Ouest, bureau 200
Montreal (Quebec) Canadá H2Y 1N9
info@cec.org
<http://www.cec.org>

© Comisión para la Cooperación Ambiental, 2008

ISBN 2-923358-54-6

Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales
du Québec, 2008

Dépôt légal – Bibliothèque et Archives Canada, 2008

Impreso en Canadá

La présente publication a été préparée par le Secrétariat de la CCE et ne reflète pas nécessairement les vues des gouvernements du Canada, du Mexique ou des États-Unis.

Cette publication peut être reproduite en tout ou en partie sous n'importe quelle forme, sans le consentement préalable du Secrétariat de la CCE, mais à condition que ce soit à des fins éducatives et non lucratives et que la source soit mentionnée. La CCE apprécierait recevoir un exemplaire de toute publication ou de tout écrit inspiré du présent document.

Publié par la section des communications du Secrétariat de la CCE.

Renseignements sur la publication

Type de publication: rapport de projet

Date de parution: juin 2008

Langue d'origine: anglais

Procédures d'examen et d'assurance de la qualité:

- Examen par les pairs: février 2008
- Examen par les Parties: de mars 2008 à avril 2008

Pour de plus amples renseignements, prière de consulter la section « Remerciements ».

Commission de coopération environnementale

393, rue St-Jacques Ouest, bureau 200
Montréal (Québec) Canada H2Y 1N9
info@cec.org
<http://www.cec.org>

© Commission de coopération environnementale, 2008

ISBN 2-923358-54-6

Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales
du Québec, 2008

Dépôt légal – Bibliothèque et Archives Canada, 2008

Imprimé au Canada

**North American MONARCH
Conservation Plan**

**Plan de América del Norte para la conservación
de la MARIPOSA MONARCA**

**Plan nord-américain de conservation du
MONARQUE**

Commission for Environmental Cooperation
Comisión para la Cooperación Ambiental
Commission de coopération environnementale



Plan de América del Norte para la conservación de la mariposa monarca



MARIPOSA MONARCA

Danaus plexippus

ÍNDICE

PREFACIO	5
1 RESUMEN EJECUTIVO	9
2 ANTECEDENTES	11
3 DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE	11
3.1 Adultos	11
3.2 Huevos	13
3.3 Larvas	13
3.4 Crisálidas	13
4 PLANTAS HOSPEDERAS: ASCLEPIAS	14
5 CICLO DE VIDA ANUAL DE LA MARIPOSA MONARCA	16
5.1 Migración	16
5.2 Invernación	18
6 DISTRIBUCIÓN MUNDIAL	20
7 DESCUBRIMIENTO DE LOS SITIOS DE INVERNACIÓN	21
8 ESTADO Y CONDICIÓN ACTUALES	22
8.1 Población oriental	22
8.2 Población occidental	25
9 FACTORES ACTUALES QUE OCASIONAN PÉRDIDA O DISMINUCIÓN	25
9.1 Pérdida y degradación del hábitat de reproducción	25
9.2 Pérdida y degradación del hábitat de invernación	27
9.3 Enfermedades y parásitos	29
9.4 Cambio climático	30
9.5 Uso de plaguicidas	30
10 SITUACIÓN LEGAL, MANEJO Y ACCIONES	31
10.1 Internacional	31
10.2 Canadá	34
10.3 Estados Unidos	36
10.4 México	37
11 PERCEPCIÓN Y ACTITUDES PÚBLICAS Y COMERCIALES	39
12 ACCIONES DE CONSERVACIÓN TRINACIONALES: OBJETIVOS Y METAS	40
12.1 Objetivos específicos del plan de conservación de la mariposa monarca	40
12.2 Cuadro de acciones específicas	42
13 BIBLIOGRAFÍA	47
14 SIGLAS Y ACRÓNIMOS	55

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	<ul style="list-style-type: none">• 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	<ul style="list-style-type: none">• 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	<ul style="list-style-type: none">• 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	<p><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.</p> <p><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.</p>
■ 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	<ul style="list-style-type: none">• 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.

PREFACIO

El Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte (ACAAN) de 1994, por el que se crea la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA), expresa el compromiso de Canadá, Estados Unidos y México de aumentar la cooperación con miras a una mejor conservación, protección y renovación del medio ambiente, incluida la flora y fauna silvestres. El Plan Estratégico de Cooperación para la Conservación de la Biodiversidad de América del Norte (2003) de la CCA fortalece su compromiso con una perspectiva integral de conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos biológicos. Este Plan de América del Norte para la Conservación de la Mariposa Monarca (PANCOM) forma parte de la labor para apoyar y complementar las iniciativas en curso destinadas a mantener poblaciones y hábitats saludables de la mariposa monarca a lo largo de su ruta migratoria.

La mariposa monarca: una oportunidad para el éxito regional

Luego de que el Dr. Fred Urquhart identificara el sitio de invernación de la mariposa monarca en las montañas volcánicas de la región centro-sur de México, hace más de 30 años, el fenómeno del asombroso recorrido migratorio de esta especie adquirió gran notoriedad. Esta criatura sorprendente y frágil, conocida por todos los niños, se volvió una suerte de emisaria trinacional: representativa de nuestro legado natural común y, por ende, de nuestra responsabilidad compartida de protegerlo.

Cada país de América del Norte tiene alguna combinación de hábitats donde las monarcas se reproducen, migran e invernán, y en cada una de las etapas de su ciclo migratorio las mariposas requieren recursos distintos. El debilitamiento de cualquiera de los eslabones de la cadena de hábitats representa una amenaza para la integridad de todo el fenómeno migratorio. Y, así como difieren estos hábitats, también varían las características socioeconómicas y culturales de los lugares, lo que exige estrategias diferentes, pero complementarias. Reconociendo nuestra responsabilidad compartida así como nuestras diferencias, esta iniciativa trinacional se propone mejorar —mediante la acción conjunta— la eficacia de las medidas de conservación adoptadas en cada país para conservar este singular fenómeno.

Aseguramiento de la conservación: fomento de modos de vida sustentables en las comunidades locales

Como sucede con muchas especies y fenómenos naturales en peligro, la mariposa monarca enfrenta diversas amenazas en su ruta migratoria: desde la desaparición de su hábitat de invernación y la depredación, hasta los efectos de herbicidas e insecticidas en su área de reproducción. Cada uno de estos factores de presión se presenta en distintos contextos económicos, sociales e institucionales.

En este plan para la conservación de la monarca se reconoce que a fin de obtener resultados positivos y perdurables se deben abordar algunos de los problemas socioeconómicos locales e incorporar enfoques innovadores para fomentar modos de vida sustentables en las comunidades locales.

Plan de América del Norte para la conservación de la mariposa monarca

El 27 de junio de 2007, el Consejo de la CCA dio al Secretariado la instrucción de apoyar las acciones conjuntas multisectoriales en curso para elaborar un plan de América del Norte para la conservación de la mariposa monarca, a fin de mantener poblaciones y hábitats saludables de la monarca a lo largo de su ruta migratoria, con el respaldo de una red trilateral de Áreas Protegidas Hermanas para la Mariposa Monarca y la participación de las comunidades locales. Como resultado, la CCA organizó un taller trinacional en Morelia, Michoacán, en diciembre de 2007, y recabó datos aportados por un gran número de expertos de formación diversa procedentes de Canadá, Estados Unidos y México.

De igual modo, la preparación de este plan de conservación ha contado con la valiosa contribución y la revisión exhaustiva de un amplio grupo multidisciplinario de expertos de los tres países.

Este plan ofrece una descripción actualizada de la mariposa monarca y su situación actual; se identifican los principales factores de riesgo que afectan a la especie y su hábitat a lo largo de la ruta migratoria, y se resumen las acciones de conservación en curso emprendidas en cada país. Con este trasfondo, se presenta una lista de las principales acciones, prioridades y objetivos de conservación conjuntos que los tres países deben considerar para su adopción. Las acciones identificadas abordan los siguientes objetivos principales: 1) reducir o eliminar la deforestación en el hábitat de invernación; 2) atender las amenazas de pérdida y degradación de hábitats en la ruta migratoria; 3) atender las amenazas de pérdida, fragmentación y modificación del hábitat de reproducción; 4) desarrollar enfoques e instrumentos innovadores para fomentar modos de vida sustentables entre la población local, y 5) monitorear a las monarca a lo largo de su ruta migratoria. La adopción de medidas a fin de cumplir con estos objetivos ayudará a conservar a la monarca y sus hábitats para futuras generaciones.

Agradecimientos

La investigación y la cooperación entre autoridades, organizaciones no gubernamentales, la ciudadanía y la comunidad científica para promover la conservación de la mariposa monarca vienen de mucho tiempo atrás. Este plan de ninguna manera habría sido posible sin la dedicación y el trabajo de todas las personas que a lo largo de los años se han afanado con este propósito.

Hacemos patente nuestro enorme agradecimiento a los participantes y expertos que aportaron su sabiduría y conocimientos en las diversas reuniones y talleres (listados más adelante) que condujeron a la elaboración de este plan y reconocemos también a las dependencias y organizaciones que colaboraron como coanfitriones.

En especial, queremos agradecer a Karen Oberhauser, de la Universidad de Minnesota y la Monarch Butterfly Sanctuary Foundation, por su participación como coordinadora y autora principal del PANCM. Gracias, asimismo, a los coautores del Plan: Donita Cotter, Donald Davis, Robert Décarie, Alberto Elton Behnumea, Carlos Galindo Leal, María Pía Gallina Tessaro, Elizabeth Howard, Jean Lauriault, Wendi Macziewski, Stephen Malcolm, Felipe Martínez, Javier Medina González, María McRae, Dean Nernberg, Irene Pisanty Baruch, Isabel Ramírez, Juan José Reyes y Ali Wilson, al igual que a los expertos independientes que revisaron los distintos borradores del documento: Lincoln P. Brower, Exequiel Ezcurra, Scott Hoffman Black, Jürgen Hoth, Fiona Hunter, Felix Sperling y Orley Taylor Jr.

También aprovechamos esta oportunidad para reconocer el liderazgo y la contribución de la Conanp y, en particular, del personal de la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca (RBMM).

Agradecemos al Grupo de Trabajo para la Conservación de la Biodiversidad (GTCB) de la CCA su apoyo a esta iniciativa. También expresamos nuestro reconocimiento a las personas y organizaciones que contribuyeron con información y análisis, así como a aquellas —demasiado numerosas para nombrarlas— con quienes tenemos una enorme deuda por su apoyo y cooperación. Por último, vaya un agradecimiento para Karen Schmidt, Jeffrey Stoub, Johanne David, Jacqueline Fortson y Douglas Kirk, de la CCA, quienes en mucho contribuyeron a la elaboración de este plan, coordinado por Hans Herrmann, gerente principal del programa Biodiversidad.

Taller trinacional de expertos de la CCA: Formulación del Plan de América del Norte para la Conservación de la Mariposa Monarca, Morelia, Michoacán, 5 a 7 de diciembre de 2007

El taller trinacional de expertos fue organizado por el Secretariado de la CCA, en respuesta a la Resolución de Consejo 07-09, *Cooperación trinacional para conservar la mariposa monarca y fomentar modos de vida sustentables en las comunidades locales*, con el propósito de aprovechar la iniciativa de colaboración multisectorial para el PANCMML lanzada en el Taller sobre Conservación de la Ruta de la Monarca de 2006.

Participantes: Sandra Baumgartner, Flavio Cházaro Ramírez, Donita Cotter, Tara Crewe, Alfredo Cruz Colín, Andrew Davis, Donald Davis, María Guadalupe del Río Pesado, Dennis Frey, Carlos Enrique Galindo Leal, Eligio García Serrano, Elizabeth Howard, Jean Lauriault, Francisco Luna Contreras, Stephen Malcolm, Felipe Martínez Meza, Concepción Miguel Martínez, Eneida Beatriz Montesinos Patino, Irene Pisanty Baruch, Héctor Quintanilla Heredia, Óscar Manuel Ramírez Flores, María Isabel Ramírez Ramírez, Eduardo Rendón Salinas, Juan José Reyes Rodríguez, Douglas Taron, Juan Francisco Torres Origel, María del Rocío Treviño Ulloa, Brian Housel (facilitador), Hans Hermann y Karen Schmidt.

Taller sobre Conservación de la Ruta de la Monarca, Mission, Texas, 6 y 7 de diciembre de 2006

La iniciativa para la elaboración de un PANCMML fue lanzada en el Taller sobre Conservación de la Ruta de la Monarca celebrado en diciembre de 2006 en Mission, Texas, con los auspicios de la Oficina de Programas Internacionales del Servicio Forestal de Estados Unidos (*US Forest Service*, USFS), la Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (*Agency for International Development*, USAID), el Departamento de Parques y Vida Silvestre del Estado de Texas (*Texas Parks and Wildlife Department*, TPWD), el Wildlife Trust y la ciudad de McAllen, Texas. El taller contó con la asistencia de representantes de diversas dependencias, comunidades académicas y ONG de los tres países.

Participantes: María Araujo, Lincoln Brower, Óscar Contreras Contreras, Donita Cotter, Carol Cullar, Don Davis, María Guadalupe del Río Pesado, Janet Ekstrum, Mike Engel, Dan Evans, Jesús Franco, Rebecca Goodwin, Mary Gustafson, Margee Haines, Richard Holthausen, Colleen Hook, Buddy Hudson, Mary Kennedy, Jean Lauriault, Carol Lively, Rolando Madrid, Helen Molina Sánchez, Sandra Nitchie, Karen Oberhauser, Mike Quinn, Jeff Raasch, Mike Rizo, Craig Rudolph, Phil Schappert, Evan Seed, Karen Shannon, Sue Sill, Chip Taylor, Carmen Téllez O'Mahony, Matt Wagner, Don Wilhelm, Juan Manuel Frausto Leyva, José Andrés García Almanza, Eligio García Serrano, Tomás Martínez Ramírez, Lidia Miranda Sánchez, Eduardo Rendón Salinas, Juan José Reyes Rodríguez, Alfonso Rojas Pizano, Alejandro Torres, Xicoténcatl Vega, Adriana Vlera Bermejo y Tiburcio Ybarra Caballero.

Los participantes seleccionaron a tres representantes de cada país para integrar un comité de planeación. El Comité del PANCM se reunió en dos ocasiones para determinar los objetivos y las medidas de acción del plan.

- **Comité del PANCM en el 4° Foro Regional Mariposa Monarca (Foro Monarca), Morelia, Michoacán, 14 a 16 de marzo de 2007:** María Araujo, Jean Lauriault, Carlos Galindo Leal, Concepción Miguel Martínez, Karen Oberhauser, Juan José Reyes Rodríguez.
- **Comité del PANCM en la XII Reunión del Comité Trilateral Canadá-Estados Unidos-México para la Conservación y Manejo de la Vida Silvestre y los Ecosistemas, ciudad de Quebec, Quebec, 13 de mayo de 2007:** María Araujo, Donita Cotter, Donald Davis, María Pía Gallina, Margee Haines, Karen Oberhauser, Irene Pisanty, Eduardo Rendón Salinas, Juan José Reyes Rodríguez, Mary Rothfels.

Taller Trilateral de Áreas Protegidas Hermanas para la Mariposa Monarca, Morelia, Michoacán, 27 al 30 de marzo de 2006

En este taller, auspiciado por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp) de México, el Sistema Nacional de Refugios para la Vida Silvestre (*National Wildlife Refuge System*) del Servicio de Pesca y Vida Silvestre de Estados Unidos (*US Fish and Wildlife Service*) y el Servicio de Vida Silvestre de Canadá (*Canadian Wildlife Service*, CWS), se lanzó la iniciativa para establecer una red de Áreas Protegidas Hermanas que colabore en los proyectos de conservación de la mariposa monarca y también solicitar financiamiento de la CCA para la elaboración de un manual de protocolos de monitoreo estandarizados.

Participantes: Martín Arriaga Pérez, Paul Ashley, James Burnett, Donita Cotter, Alberto Elton Benhumea, María Pía Gallina Tessaro, Nancy Gilbertson, Mónica Herzig, Mike Higgins, Deborah Holle, Jean Lauriault, Andre Mailloux, Felipe Martínez Meza, Tim Menard, Concepción Miguel Martínez, Ruth Morales, Angélica Narváez, Arturo Peña, Lisa Petit, Carlos A. Sifuentes Lugo, Yurico Siqueiros Jhimada, Marian Stranak, Melida Tajbakhsh, Rocío Treviño y Héctor Zepeda.

Confiamos en que el PANCM será provechoso para mejorar la cooperación y el trabajo en redes entre los diversos sectores de la sociedad que velan por el bienestar de la monarca y sus hábitats en todo el territorio de América del Norte.

1 RESUMEN EJECUTIVO

De todas las mariposas del mundo, la monarca (*Danaus plexippus* L.) es quizá la más conocida; además, la migración que emprende en América del Norte para invernar en México y California es uno de los fenómenos naturales más espectaculares y extraordinarios del planeta. Sin embargo, la pérdida y la degradación del hábitat amenazan en forma constante las poblaciones, tanto orientales como occidentales, de mariposas monarca de la región durante su ciclo anual de reproducción, migración e invernación. Si esta amenaza no se atiende, el declive del fenómeno migratorio será una realidad.

La mariposa monarca depende de gran número de hábitats de Canadá, Estados Unidos y México; de ahí que se precise de la cooperación trilateral para conservar su fenómeno migratorio. El Plan de América del Norte para la Conservación de la Mariposa Monarca (PANCM) pretende servir de agenda de colaboración a largo plazo para la conservación de la especie.

El presente documento resume las evidencias del índice de pérdida de hábitat durante cada etapa del ciclo anual de la monarca. Dado el tamaño relativamente pequeño de los lugares de invernación, la pérdida de hábitat —por causas que van desde el aprovechamiento comercial de la madera y la tala de subsistencia en el caso de México, hasta el desarrollo comercial y municipal en el caso de California— es el motivo de mayor preocupación inmediata. Análisis recientes del área de invernación demostraron perturbación acumulada en una quinta parte de la tierra boscosa de la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca (RBMM) en México en el periodo de 1986 a 2006. En Estados Unidos, los cambios en métodos agrícolas y la suburbanización de tierras de labor hacen que anualmente se pierdan alrededor de 876 mil hectáreas de terrenos que pueden albergar las plantas hospederas y las fuentes de néctar necesarias para la reproducción y migración de la monarca.

La conservación y restauración del hábitat son absolutamente necesarias para la supervivencia de la mariposa. Es menester que México, Canadá y Estados Unidos unan esfuerzos para garantizar la disponibilidad de: 1) hábitat apropiado y suficiente en las tierras de invernación en Estados Unidos y México para que las poblaciones persistan, y 2) hábitat de reproducción y migración suficiente en Canadá, Estados Unidos y México para mantener su contribución actual a la población de mariposas monarca de América del Norte en general.

El PANCM se divide en once apartados. Los siete primeros hacen un recuento de las especies y de su situación actual. El octavo identifica las principales causas de la pérdida o disminución del hábitat y pone en perspectiva los apartados siguientes, que tratan de las actuales medidas de manejo emprendidas en cada país, así como de la percepción pública de las especies. Considerando estos antecedentes, el último apartado contiene una lista de los principales objetivos y medidas trinacionales de conservación en colaboración. Los objetivos más apremiantes y con mayores posibilidades de cooperación trilateral son:

- Reducir o eliminar la deforestación causada por la tala no sustentable y la conversión del hábitat de invernación. Este objetivo debe alcanzarse combinando vigilancia y aplicación de leyes existentes; medidas de prevención y mitigación, y apoyo de prácticas alternas y sustentables, tanto económicas como de manejo de bosques.

*La conservación
y restauración
del hábitat son
absolutamente
necesarias para
la supervivencia
de la monarca.*

- Atender las amenazas de pérdida y degradación de hábitat en la ruta migratoria. La conservación efectiva de la ruta migratoria demanda medidas de manejo inmediatas, apoyadas por investigación y monitoreo para identificar los tipos de hábitat y los lugares de mayor importancia para la mariposa monarca durante sus migraciones de primavera y otoño, así como conocimiento de la forma en que las actividades humanas afectan la disponibilidad e idoneidad de estos hábitats.
- Atender las amenazas de pérdida, fragmentación y modificación del hábitat de reproducción. Para conservar el hábitat de reproducción es necesario saber más de las plantas hospederas de la monarca; por ejemplo, los efectos del aprovechamiento del suelo en la distribución y abundancia de numerosas especies de algodoncillo (asclepias). Es necesario fomentar entre dependencias gubernamentales, organizaciones conservacionistas privadas y propietarios de tierras públicas y privadas prácticas de aprovechamiento del suelo que sustenten la reproducción de la mariposa monarca.
- Desarrollar enfoques de instrumentación innovadores. Incentivos para la conservación, como el pago de servicios ambientales en la RBMM, a través del Fondo para la Conservación de la Mariposa Monarca (FCMM) —administrado por el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN) y el WWF-Programa México—, podrían ayudar a aminorar las amenazas que la pérdida de hábitat genera. Asimismo, medidas de cooperación trilaterales, como el apoyo a y la ampliación de la Red de Áreas Protegidas Hermanas que participan en la conservación de la mariposa, servirán para proteger el hábitat, apoyar la educación ambiental y reforzar los esfuerzos de monitoreo. Tales iniciativas han de ampliarse y duplicarse en otras áreas y por otras organizaciones.
- Monitorear la distribución y abundancia de la población de la monarca, así como la calidad de su hábitat, y utilizar los datos del monitoreo para comprender los factores que impulsan las poblaciones de mariposas. Dependencias gubernamentales y no gubernamentales deben apoyar la elaboración y difusión de un programa de monitoreo, así como el diagnóstico de los factores biológicos y socioeconómicos que impulsan la dinámica de población de las mariposas monarca. El monitoreo coordinado durante el ciclo anual completo de la monarca y un intercambio abierto de información son elementos fundamentales para comprender el estado de la población y la eficacia de las medidas de conservación.

2 ANTECEDENTES

La mariposa monarca (*Danaus plexippus* L.) es probablemente la mariposa más conocida del mundo. Ha sido objeto de investigaciones sobre interacción entre insectos y plantas hospederas, mecanismos de defensa de los insectos, mimetismo, migración, fisiología reproductiva, biología de la hibernación, conservación del hábitat, gestión comunitaria, ecoturismo y muchos otros temas. A esta mariposa se le conoce mejor por la increíble migración de su población en el este de América del Norte: en tal proceso migratorio las mariposas vuelan desde sus sitios de reproducción de verano, tan al norte como el sur de Canadá, hasta su hábitat de hibernación en el centro de México. Aunque la especie en sí no está en peligro de extinción, la migración en América del Norte se considera un fenómeno biológico en situación de peligro dadas las amenazas al hábitat de la mariposa monarca durante su ciclo anual de reproducción, migración e hibernación. Dado que la monarca depende de una amplia gama de hábitats en Canadá, Estados Unidos y México, conservar este fenómeno requiere de la cooperación trilateral.

3 DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE

La mariposa monarca pertenece a la familia de los ninfálidos (*Nymphalidae*), subfamilia *Danainae*. Linneo le dio el nombre de *Papilio plexippus* en 1758 (Vane-Wright, 2007). Es la especie tipo del género *Danaus*, nombre que le dio Kluk en 1780. Si bien en un reciente catálogo de mariposas de América Latina se reconocieron seis subespecies de *D. plexippus* (Lamas, 2004), secuencias de ADN mitocondrial indican que estos grupos no son genéticamente distintos (Broker y Jeansonne, 2004) y que es posible que por lo menos una de las subespecies (*D. plexippus megalippe*) se mezcle en el Caribe con la *D. plexippus plexippus*, migratoria. La subespecie que nos concierne y es objeto de este documento es la *Danaus plexippus plexippus* de Canadá, Estados Unidos y México.

3.1 Adultos

La monarca adulta es una mariposa relativamente grande, ya que mide de 9 a 10 cm de punta a punta de sus alas, color naranja vivo con vetas negras y bordes negros con manchas blancas a lo largo de la orilla. La parte inferior de las alas es de un color naranja más apagado, de modo que cuando pliegan sus alas al posarse en grupos o solas en los árboles o en otros sustratos, las mariposas parecen camufladas. La especie presenta dimorfismo sexual: 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; sin embargo, la mayoría de los investigadores concuerda en que la comunicación química desempeña un papel menos significativo entre las monarca, comparado con sus congéneres. Las hembras

Aunque la especie en sí no está en peligro de extinción, la migración en América del Norte se considera un fenómeno biológico en situación de peligro dadas las amenazas al hábitat de la mariposa monarca durante su ciclo anual de reproducción, migración e hibernación.

Machos y hembras adultos

- 1 Hembra sobre rudbeckia.
- 2 Abdomen de hembra con hendidura abdominal a la vista.
- 3 Macho sobre zinias.
- 4 Abdomen de macho con los apéndices con que sujeta a la hembra en la cópula.



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.

Se registran variantes de color en las mariposas monarca adultas, siendo la más notoria una variación blanca (nivosus) en la que este color reemplaza al naranja (Stimson y Meyers, 1984). Tal variación de color obedece a un solo gen recesivo y se ha encontrado en todo el mundo —por ejemplo, en Australia, Nueva Zelanda, Indonesia y Estados Unidos—, aunque en general es extremadamente rara, excepto en Hawai, donde en ocasiones constituye hasta diez por ciento de la población (Stimson y Berman, 1990; Vane-Wright, 1986).

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).

Las mariposas monarca migratorias de América del Norte pasan por varias generaciones al año. Las mariposas adultas de las generaciones de verano viven entre dos y cinco semanas. Las de la generación tardía migran para invernar en el centro de México y en California, donde viven de siete a nueve meses, sin reproducirse ni poner huevos hasta la siguiente primavera, en que vuelven a emigrar a sus hábitats de reproducción de primavera y verano.



Mariposa virrey
(*Limenitis archippus*).

3.2 Huevos

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.

3.3 Larvas

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 larvares durante un lapso de nueve a trece días. Si bien los patrones de colores vivos en las larvas de monarca probablemente representen una coloración aposemática, o de advertencia, lo cierto es que en las etapas de huevo y de larva la mariposa monarca es diezmada por depredadores invertebrados. Varios estudios han documentado índices de mortalidad superiores a 90 por ciento durante estas etapas (revisado en Zalucki *et al.*, 2002; Prysby, 2004). Aparentemente, la defensa química adquirida por la ingestión de los cardenólidos tóxicos producidos por las asclepias (véase más adelante el apartado "Plantas hospederas: asclepias") es más efectiva contra depredadores vertebrados, aunque Rayor (2004) documentó que las avispas, uno de los depredadores invertebrados de la monarca, tienen preferencia por las larvas que se alimentan de especies de asclepias con menores niveles de cardenólidos.

Una vez que en la quinta etapa larvaria alcanzan su plena madurez, las larvas abandonan la asclepia hospedera para ir en busca de un sitio elevado y generalmente bien escondido donde efectuar su transformación en crisálidas.

3.4 Crisálidas

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. Ésta es la etapa menos estudiada de la monarca debido a la dificultad para encontrar crisálidas en su hábitat natural. Esta dificultad sugiere que la coloración de las crisálidas de monarca es un misterio en comparación con la coloración aposemática (o brillante de advertencia) exhibida por las adultas. El último día como crisálida, los patrones naranja, negro y blanco de las alas de las adultas se pueden ver a través de la cubierta pupal.



Huevo sobre algodoncillo común
(*Asclepias syriaca*).



Cinco larvas en distinta etapa
larvaria y huevo.



Crisálida.

4 PLANTAS HOSPEDERAS: ASCLEPIAS

Las larvas de la monarca son herbívoras ligadas a las plantas de algodoncillo (asclepias) y es probable que se alimenten de cualquiera de las alrededor de 115 especies del género *Asclepias* de América del Norte y el Caribe (Malcolm *et al.*, 1992; Malcolm, 1994). Este género de plantas perennes, también nombrado por Linneo, suma más de 140 especies alrededor del mundo. El naturalista les dio el nombre del dios griego de la medicina, Asclepius, por sus múltiples usos en remedios caseros. La monarca también se alimenta de las enredaderas de algodoncillo de los géneros *Sarcostemma*, *Cynanchum* y *Matelea* (Ackery y Vane-Wright, 1984). Hasta hace poco, estos tres géneros y las asclepias mismas estaban incluidos en la familia *Asclepiadaceae*, pero ahora se consideran una subfamilia de la familia de las adelfas, las apocináceas (*Apocynaceae*). Además de ser la fuente alimenticia de las mariposas monarca, sus parientes cercanos y varios otros insectos especialistas en su etapa larvaria, las asclepias son importantes fuentes de néctar para muchos insectos.

La savia lechosa de las asclepias (de ahí su nombre en inglés: *milkweed*) contiene alcaloides y otros compuestos complejos como los cardenólidos. En español hay dos nombres comunes con que se conoce a la asclepia: *venenillo* y *algodoncillo* debido a su naturaleza tóxica y a la apariencia de sus semillas. La savia lechosa, o látex, confiere a la planta defensas tanto mecánicas como químicas en contra de posibles herbívoros (Malcolm *et al.*, 1992; Malcolm, 1994), pero las diversas conductas alimenticias de las larvas de mariposa monarca les permiten minar tales defensas (Dussourd y Eisner, 1987; Dussourd, 1993; Zalucki y Brower, 1992; Zalucki y Malcolm, 1999).

Los cardenólidos son un tipo de glucósidos esteroideos que contienen digitoxina y provocan náusea, vómito, diarrea y arritmias cardíacas en los vertebrados. Al alimentarse de asclepias, las larvas absorben los cardenólidos de las plantas para usarlos como defensa química en contra de sus enemigos naturales (Brower, 1984). Los niveles de cardenólidos varían dentro de una misma especie de asclepia y también de una especie a otra, y su producción puede inducirse mediante daños a la planta o ingestión por herbívoros (Malcolm y Zalucki, 1996). Si bien se ha documentado que las mariposas monarca se alimentan de muchas especies de asclepias, aún no se sabe bien en qué forma la elección de las plantas hospederas por la hembra afecta la supervivencia de la monarca.

La asclepia crece en diversos ambientes perturbados y no perturbados, como tierras de cultivo, bordes de carreteras y cunetas, humedales abiertos, áreas arenosas secas, praderas de pastos bajos y altos, áreas agrícolas, riberas de ríos, canales de riego y valles áridos. Muchas especies, en especial *Asclepias incarnata* (algodoncillo), *A. curassavica* (veintiunilla o veneno rojo) y *A. tuberosa* (hierba de la mariposa) son plantas de jardín comunes.

Las tierras de pastoreo también pueden ser un hábitat importante de asclepias para la monarca. Algunas asclepias son tóxicas para el ganado (Malcolm, 1991), en especial si se cortan junto con la pastura; sin embargo, el sabor amargo de los cardenólidos que contienen es suficiente para evitar que el ganado las consuma y, por lo tanto, no representan un problema grave si crecen en forma silvestre entre los pastizales. Así, es común ver entre los pastizales de toda América del Norte grandes cantidades de asclepias, que pueden ser un importante recurso alimenticio para la monarca.

Woodson (1954) ofrece un amplio estudio sobre la distribución de las especies de asclepias en Estados Unidos y Canadá; sin embargo, su distribución en México ha sido menos estudiada. La planta hospedera más utilizada por la mariposa monarca en el norte de Estados Unidos y en Canadá, la asclepia común, *A. Syriaca* (Malcolm *et al.*, 1989),

prospera en áreas perturbadas y es probable que su propagación se deba al desarrollo de la agricultura en tierras de pastoreo y antiguos bosques en la parte central y noreste de Estados Unidos y el sureste de Canadá (Malcolm *et al.*, 1989; Vane-Wright, 1993; Brower, 1995). Por florecer en hábitats perturbados, la distribución y abundancia de la asclepia común se ven afectadas por la sucesión vegetal natural. Las especies *A. viridis*, *A. asperula* y *A. oenotheroides* son plantas hospederas importantes en el sur de Estados Unidos, en tanto que *A. curassavica* es probablemente la especie hospedera más importante en México, aunque Montesinos (2003) también informa del hallazgo de huevos y larvas en *A. glaucescens* en el estado de Michoacán.

La polinización de las asclepias ocurre de una manera inusual. El polen está contenido en estructuras llamadas polinios (sacos de polen), en vez de tratarse de granos individuales de polen como sucede en el resto de las apocináceas. Estos polinios se adhieren a los pelos o cerdas de las patas de los insectos visitantes, que los llevan a las superficies receptoras de otras plantas. Los polinizadores más efectivos de las asclepias son las avispas grandes, aunque abejas, polillas y mariposas también transportan el polen de una a otra planta. La mayoría de las asclepias estudiadas son autoincompatibles, lo cual significa que deben recibir polen de otras asclepias de la misma especie para producir semillas viables.

La *A. syriaca* y su pariente cercana, la *A. speciosa*, tienen un peculiar sistema radicular que ramifica debajo del suelo y puede cubrir miles de metros. Una sola planta (conocida como genet) puede formar cientos y quizá miles de tallos (conocidos como rametos) que son genéticamente idénticos.



Algodoncillo tropical
(*Asclepias curassavica*).



Algodoncillo común
(*Asclepias syriaca*).



Acercamiento de flores de
algodoncillo común.

Sistema radicular de un genet
de Asclepias syriaca en Michigan.

Las estacas verticales
se encuentran a una distancia de
0.5 m entre sí y el suelo ha sido
deslavado por erosión del agua.

Aunque durante el verano vive en regiones templadas, la mariposa monarca —al igual que otras Danainae— es esencialmente una especie tropical.

5 CICLO DE VIDA ANUAL DE LA MARIPOSA MONARCA

La mariposa monarca de América del Norte forma dos poblaciones completamente distintas. La población migratoria occidental se reproduce en el oeste de Estados Unidos y Canadá e invierte cerca de la costa de California. La población migratoria oriental se reproduce en el centro y el este de Estados Unidos y en el sur de Canadá e invierte en el centro de México (en la parte oriente del estado de Michoacán y en la parte poniente del estado de México). Las mariposas monarca que pasan el invierno en las montañas del centro de México o en bosques de eucaliptos de la costa de California son la generación tardía de un ciclo que se reinicia cada año. La mayoría de las mariposas de esta generación tardía inician su vida como larvas en el norte de Estados Unidos o el sur de Canadá y después migran miles de kilómetros a sitios de hibernación específicos. Luego de pasar varios meses en estos sitios, vuelan de regreso al norte y al este, reiniciando el ciclo.

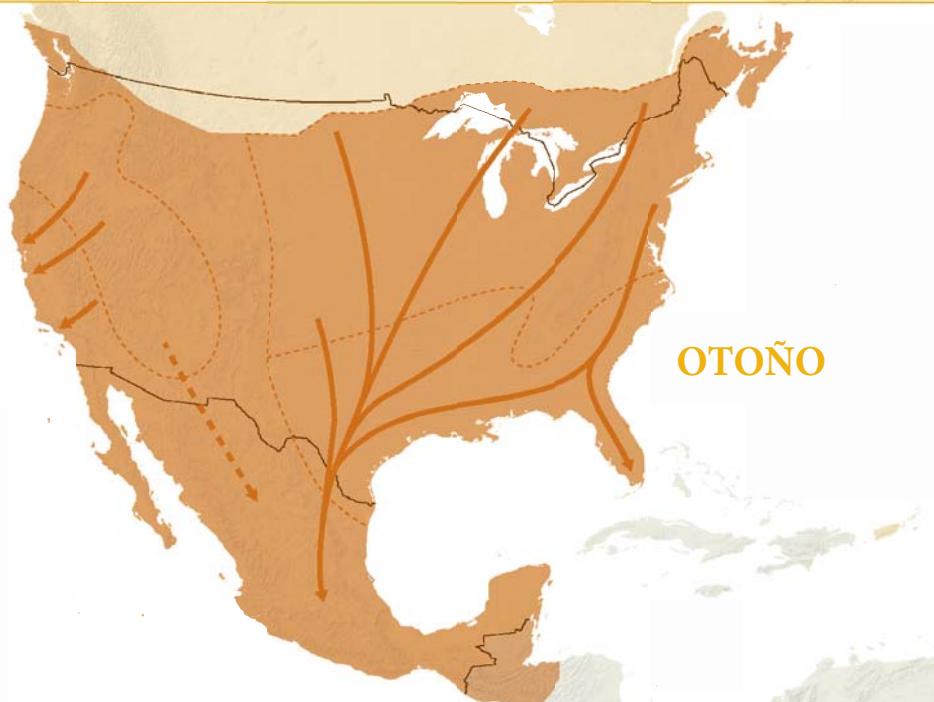
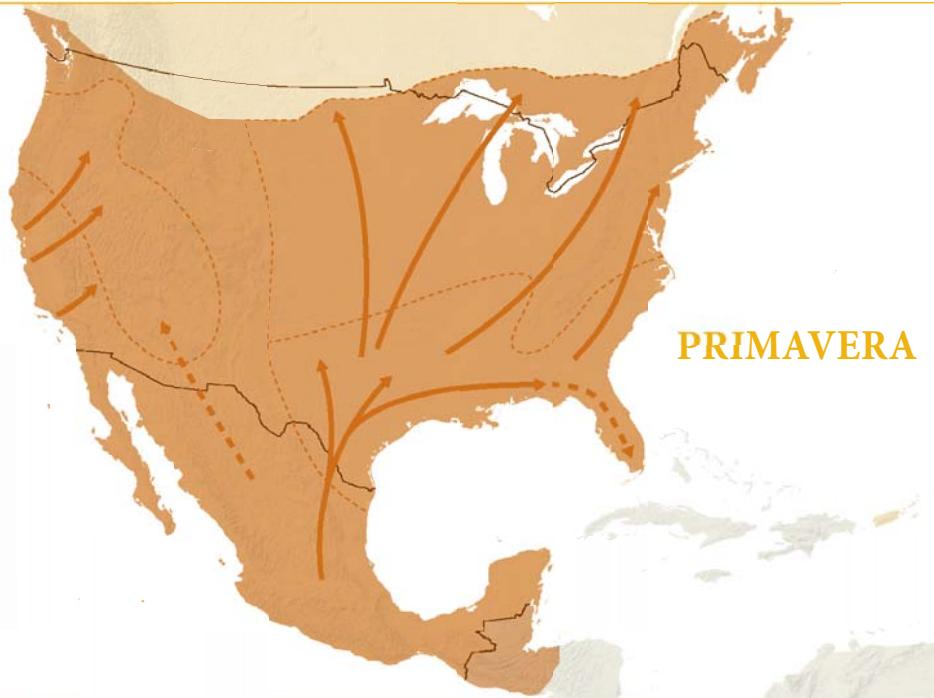
Las mariposas que forman parte de la población oriental ponen huevos en el norte de México y el sur de Estados Unidos, y corresponde a la generación resultante de estos huevos —ya como ejemplares adultos— recolonizar la parte norte del área de reproducción (Malcolm *et al.*, 1987, 1993). La población pasa por dos generaciones más y sólo la última generación del año es la que migra a México en el otoño. El comportamiento de la población occidental es similar, aunque en su caso es probable que la generación que invierte sea la que recoloniza la mayor parte del rango de verano, y que las generaciones posteriores simplemente se incrementen en número durante el verano. Los adultos de primavera y verano viven alrededor de un mes, y los que migran e invierten viven de siete a nueve meses.

5.1 Migración

Aunque durante el verano vive en regiones templadas, la mariposa monarca —como otras *Danainae*— es esencialmente una especie tropical. A diferencia de otros insectos de zonas templadas, no puede sobrevivir en ninguna de sus etapas a inviernos templados. Cada otoño, las mariposas monarca de América del Norte migran hacia el sur a refugios de invierno, y a la siguiente primavera recolonizan su área de reproducción. La monarca es la única mariposa que emprende una migración tan larga en ambos sentidos: la mayoría de las monarca del este llegan a volar más de 2,500 kilómetros para llegar a su destino de invierno. Los individuos migratorios suelen estar en diapausa, un estado de desarrollo reproductivo suspendido, controlado por cambios neuronales y hormonales (Herman, 1981) desencadenados por cambios ambientales, como días más cortos, noches más frías y quizá senectud de la planta hospedera (Goehring y Oberhauser, 2002). Desde que la comunidad científica descubriera estos sitios de hibernación en México, en 1975 (Urquhart, 1976), los investigadores han luchado por comprender los impulsos que hacen que la mariposa monarca emprenda su migración, los mecanismos que utiliza para orientarse y encontrar los sitios de hibernación, y los patrones de los vuelos de otoño y primavera (Solensky, 2004; Zhu *et al.*, 2008).

La migración de la mariposa monarca parece ser un comportamiento bastante flexible que cambia en respuesta a nuevos entornos. Por ejemplo, en Australia las mariposas monarca exhiben algunas veces un movimiento estacional, trasladándose durante el otoño y el invierno desde zonas tierra adentro hacia áreas costeras, en una dirección norte a noreste (James, 1993). Las poblaciones de Hawái, el Caribe, México y América del Sur no migran. Dado que las migraciones más espectaculares de la mariposa monarca son las de la población del este de América del Norte, gran parte de la investigación sobre migración se ha concentrado en ella. Estas mariposas vuelan desde su área de

Rutas migratorias de la mariposa monarca



- Hábitat de la mariposa monarca
- ➔ Dirección de la migración
- ➔ Migración ligera
- - - Zonas de poblaciones

Fuente: Mapas basados en investigaciones de Lincoln Brower, Sonia Altizer, Michelle Solensky y Karen Oberhauser, con referencia a mapas de Journey North y Texas Monarch Watch.

reproducción de verano, que abarca más de cien millones de hectáreas, hasta refugios de invierno que se extienden menos de 20 hectáreas, con frecuencia en los mismos bosques y año tras año.

Las fuentes de néctar son vitales para las mariposas monarca durante su migración de otoño, ya que las proveen de los carbohidratos que necesitan como combustible para el vuelo y para convertir las reservas de lípidos o grasas que las sustentan durante el invierno (Brower, 1985; Masters *et al.*, 1988; Gibo y McCurdy, 1993; Brower *et al.*, 2006). Durante dicha migración se utilizan diversas plantas en floración, entre las que cabe mencionar la vara de oro (*Solidago spp.*), reina margarita (*Aster spp.*) y liatris (*Liatris spp.*) en el norte, y la verbesina (*Verbesina virginica*) en Texas. Campos de tréboles en floración, girasoles y alfalfa también pueden hospedar a miles de monarca (K. Oberhauser, E. Howard, observación personal).

Aunque frecuentemente se asume que las poblaciones del este y oeste de América del Norte están estrictamente separadas por las montañas Rocosas, trabajos recientes demuestran que algunas mariposas monarca del oeste vuelan al sur y sureste, de modo que llegan al estado mexicano de Sonora por Arizona (Pyle, 2000; Brower y Pyle, 2004). Es posible que algún grado de intercambio genético ocurra durante la temporada de reproducción en México e incluso en las montañas Rocosas que evite la completa separación de ambas poblaciones.

5.2 Invernación

5.2.1 México

Las mariposas monarca del este pasan el invierno en México, en un ecosistema montañoso templado en el que predominan los oyameles (*Abies religiosa*) (Brower, 1995). Las mariposas en invernación forman densos racimos en las ramas y troncos de los árboles. A una congregación grande de mariposas en un área determinada se le denomina colonia. Con un tamaño que varía de 0.5 a cinco hectáreas, las colonias se asientan en doce macizos diferentes en el Eje Neovolcánico Transversal, cinturón de zonas montañosas volcánicas y valles que se extiende por todo el centro de México (aproximadamente a 19° latitud norte y 100° longitud oeste) (Calvert y Brower, 1986; Slayback *et al.*, 2007). La mayoría de las colonias se forman dentro de la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca (RBMM), que goza de protección federal y es administrada por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp).



Mariposas en bosque de oyamel.

Los bosques de las zonas altas crean un microhábitat frío que produce en las mariposas monarca un índice metabólico bajo y actividad reducida de mediados de noviembre a mediados de marzo (Brower, 1996). Las colonias en invernación se extienden al interior de un perímetro de aproximadamente 100 x 100 km (Calvert y Brower, 1986), pero análisis recientes demuestran que las condiciones microclimáticas apropiadas sólo se dan en alrededor de 562 km² de la superficie total de 10,000 km² (Slayback *et al.*, 2007). Dentro del área apropiada, ocurre que las mariposas en ocasiones se establecen en los mismos macizos de árboles que sus antecesoras el invierno anterior, y en otros años pueden establecerse hasta a 1.5 km de distancia (Slayback *et al.*, 2007).

Aunque no se han publicado estudios científicos formales sobre la importancia de que la mariposa monarca en invernación tenga acceso al agua, numerosos indicios muestran que el líquido es de capital relevancia para la especie. Las monarca forman colonias en el nacimiento de las corrientes de agua, pero a medida que avanza la temporada de sequía y las fuentes retroceden hacia los valles, las colonias se desplazan hacia abajo, al parecer para evitar la desecación (Calvert y Brower, 1986). Además, regularmente salen en masa de sus colonias para abreviar de fuentes naturales de agua, lo que hacen cada vez con mayor frecuencia a medida que avanza la temporada de sequía. Literalmente, millones de mariposas salen de sus colonias y se alinean para beber a lo largo de las riberas húmedas de arroyos y escurrimientos de agua. Las mariposas también beben la humedad que se condensa como escarcha en la vegetación de los llanos abiertos. Los guías de turistas de la colonia El Rosario han aprovechado esta situación para entubar el agua de manantiales y rociarla sobre la vegetación, que después recibe la visita de miles de mariposas para delicia de los turistas. En comunicación personal, Lincoln Brower señala que los vientos del suroeste que soplan sobre la planicie volcánica muchas veces producen condensación adiabática de nubes cuando los vientos son forzados a elevarse sobre la zona de la montaña Chincua. Con frecuencia las agujas de oyamel están cubiertas de humedad y durante la condensación adiabática, en un fenómeno conocido como "goteo de niebla", las gotas de agua caen de los árboles al suelo. Este fenómeno es bien conocido en los bosques de secuoya roja de California, donde es responsable de un porcentaje importante de la recarga de los mantos freáticos.

5.2.2 California

Es posible que antes de la colonización europea las mariposas monarca en invernación utilizaran bosques nativos a lo largo de la costa de California, pero la deforestación ocurrida en el siglo XIX redujo el hábitat de invernación de la monarca. Después, gran parte de los bosques de pinos fueron sustituidos por eucaliptos, introducidos en la década de 1850 con fines de paisajismo, como rompevientos y para usarlos como combustible (Lane, 1993). Actualmente, los sitios de invernación de la monarca en la costa de California son áreas boscosas en las que, la mayoría de las veces, predominan los eucaliptos (*Eucalyptus spp.*), aun sin ser una especie nativa. La monarca también utiliza, si las hay, las especies nativas de pino de Monterey (*Pinus radiata*), ciprés de Monterey (*Cupressus macrocarpa*) y secuoya roja (*Sequoia sempervirens*). Dichos sitios generalmente se ubican en bahías protegidas o en bosques localizados más tierra adentro, que proveen microclimas moderados y protección contra vientos fuertes. Se han documentado más de 300 sitios de congregación diferentes (Frey y Schaffner, 2004; Leong *et al.*, 2004) y altos grados de fidelidad a lugares específicos, a los que las mariposas regresan año tras año. En el caso de la monarca que invernana en México, el acceso al agua, en particular al primer rocío de la mañana, parece ser importante para sobrevivir al invierno.

Las mariposas en invernación forman densos racimos en las ramas y troncos de los árboles. A una congregación grande de mariposas en un área determinada se le denomina colonia.

5.2.3 Poblaciones que se reproducen en invierno

La mayor parte del año persisten pequeñas poblaciones no migratorias en el sur de Florida (Knight *et al.*, 1999; Altizer *et al.*, 2000). Es posible que las bajas temperaturas las exterminen cada cierto tiempo y que en el otoño reciban una afluencia de individuos de la población migratoria oriental (Knight *et al.*, 1999). Lo más probable es que estos individuos no migratorios, al igual que ocurre con la mariposa monarca de Cuba (Dockx, 2007), no representen una población separada. También se han reportado poblaciones residentes en Texas y otros estados de la costa del golfo, y es posible que se estén volviendo más comunes (observaciones personales de K. Oberhauser y R. Batalden). Cabe la posibilidad de que estas poblaciones sean temporales y estén formadas por individuos de la población migratoria que no continuaron su vuelo hacia México. En el invierno se observan otras pequeñas poblaciones efímeras en el sur de Estados Unidos, a lo largo de la costa sur del Atlántico y la costa del golfo, pero no se conoce bien su origen y estado reproductivo.

Las mariposas monarca se reproducen durante todo el año en los estados mexicanos de Morelos, Guerrero, México, Oaxaca, Veracruz, San Luis Potosí, Chiapas, Michoacán e Hidalgo. Montesinos (2003) informa el hallazgo de huevos y larvas en *Asclepias curassavica* en todos estos lugares, al igual que en *A. glaucescens* en Michoacán. No se sabe bien hasta qué grado estas poblaciones locales se cruzan con las mariposas migratorias.

6 DISTRIBUCIÓN MUNDIAL

En América, la mariposa monarca se extiende desde el sur de Canadá hasta el norte y el occidente de Sudamérica. Las monarca centroamericanas, sudamericanas y antillanas no migran, si bien las de Costa Rica se trasladan en la temporada de sequía de bosques caducifolios de tierras bajas a bosques pluviales (Haber, 1993). Durante el siglo XIX la especie colonizó islas a lo largo de gran parte de los océanos Pacífico y Atlántico, y hoy tiene poblaciones bien asentadas en Australia, partes de Micronesia, Madeira y las islas Canarias, así como en algunas partes de España y Portugal (Vane-Wright, 1993). Es posible que la causa principal de este movimiento haya sido el ser humano; sin embargo, los mecanismos de colonización de áreas nuevas por la monarca no están documentados. También se ha hablado de avistamientos de mariposas monarca en otras partes de Europa, como el Reino Unido, pero no han conducido a poblaciones establecidas.

7 DESCUBRIMIENTO DE LOS SITIOS DE INVERNACIÓN

Los medios por los que la mariposa monarca sobrevive el invierno fueron objeto de especulación durante más de un siglo, y el descubrimiento de los sitios de invernación fue fruto de un esfuerzo trinacional. Brower (1995) presenta una minuciosa reconstrucción de esta especulación, así como de la gran cantidad de investigadores que intentaron comprender el ciclo anual de la mariposa. Si bien es posible que una de las expediciones de Cristóbal Colón al este de México presenciara la migración de las monarca, el primer registro oficial de la migración de la especie se remonta a 1857, cuando D'Urban dio cuenta de nubes oscuras de estas mariposas en el valle de Misisipi (Brower, 1995). La comprensión cabal de la magnitud del increíble fenómeno migratorio se debe a un ingenioso programa de marcaje de mariposas comenzado por Fred y Norah Urquhart en la década de 1930. Los Urquhart expandieron este programa con el reclutamiento de "investigadores asociados" voluntarios en 1952. El ejército de voluntarios así conformado, con la participación de escolares (niños y jóvenes), naturalistas y ciudadanos adultos, marcó miles de mariposas en el transcurso de cuatro décadas. A lo largo de los años, el rastreo documentado de individuos sugirió que mariposas monarca del sureste de Canadá y noreste y norte-centro de Estados Unidos invernaban en algún lugar de México. En 1973, luego de leer un anuncio en un periódico mexicano, Kenneth Brugger ofreció su ayuda para encontrar el sitio de invernación. Él y su esposa, Catalina Aguado, buscaron señales de mariposas monarca y, guiados por un campesino de la localidad, el 2 de enero de 1975 encontraron millones de ellas congregadas en un bosque de oyameles en las montañas del este de Michoacán (Urquhart, 1976).

Los científicos atribuyen a Brugger el descubrimiento de los bosques de oyamel en México adonde cientos de millones de mariposas monarca pasan el invierno. Sin embargo, los habitantes de la localidad ya sabían que millones de mariposas regresaban a sus montañas cada año y habían incorporado este fenómeno a su cultura. Las llamaban "palomas", y también "cosechadoras", ya que llegan en la época de la cosecha. Los indígenas mazahuas y otomíes también relacionaban la llegada de las mariposas con el Día de Muertos y creían que las mariposas eran las almas de sus antepasados. El programa de rastreo de los Urquhart y la consecuente investigación hizo saber a los lugareños que las mariposas venían de una región enorme y distante: todo el este de Estados Unidos y el sureste de Canadá, y que al fin del invierno emprendían su largo viaje de regreso a la misma.

Sitio de invernación en México.



8 ESTADO Y CONDICIÓN ACTUALES

8.1 Población oriental

La población oriental se monitorea en muchos frentes utilizando métodos muy diversos. Los programas de monitoreo evalúan la densidad local de mariposas en todo el hábitat de reproducción, el número de mariposas individuales que pasan por las escalas migratorias y las áreas ocupadas en el rango invernal. Otros programas evalúan el momento y la ubicación del movimiento migratorio de otoño y primavera. La dispersión de la mariposa en un área tan extensa durante la mayor parte de su ciclo migratorio anual dificulta la evaluación de su dinámica de población; además, la integración de datos generados por tantos programas diferentes presenta un reto científico que apenas estamos empezando a enfrentar.

8.1.1 Monitoreo de invierno

Las densas congregaciones en sitios de invernación conocidos ofrecen la única oportunidad de medir la totalidad de la población migratoria oriental en determinado momento. Diversos programas de monitoreo han aportado datos sobre el tamaño relativo de la población, el número de colonias y la mortandad entre un año y otro. Desde principios de la década de 1990, empleados de la RBMM, dependiente de la Conanp, y personal del Programa México del Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF) han monitoreado, con la ayuda de habitantes de la localidad, las áreas y lugares ocupados por la mariposa monarca durante toda la temporada de invernación (García-Serrano *et al.*, 2004; Rendón-Salinas *et al.*, 2007). A partir de 2004, estas actividades de monitoreo incluyen mediciones quincenales de noviembre a marzo (Rendón-Salinas y Galindo-Leal, 2005; Rendón-Salinas *et al.*, 2006a, 2006b).

Se han utilizado métodos diferentes para determinar cómo el área ocupada puede traducirse en número de mariposas monarca, incluidos métodos de marcaje-liberación-recaptura y cálculos de la cantidad de mariposas que ocupan árboles de diferentes tamaños (reseñas en Calvert, 2004). Estos métodos arrojan resultados de densidad estimados que varían entre siete y 60 millones de mariposas monarca por hectárea, aunque ya Brower *et al.* (2004) demostraron que las primeras estimaciones de diez millones de monarca por hectárea probablemente subestimaron muchísimo las cifras reales. El amplio rango de los cálculos sugiere que la densidad de mariposas monarca no es constante entre colonias, años y estaciones; con todo, el área ocupada por las mariposas se utiliza como una estimación muy vaga del tamaño de la población. Dicha información está disponible para casi todos los años desde 1976 hasta el presente, aunque el grado en que todas las colonias se encontraron y midieron varía considerablemente.

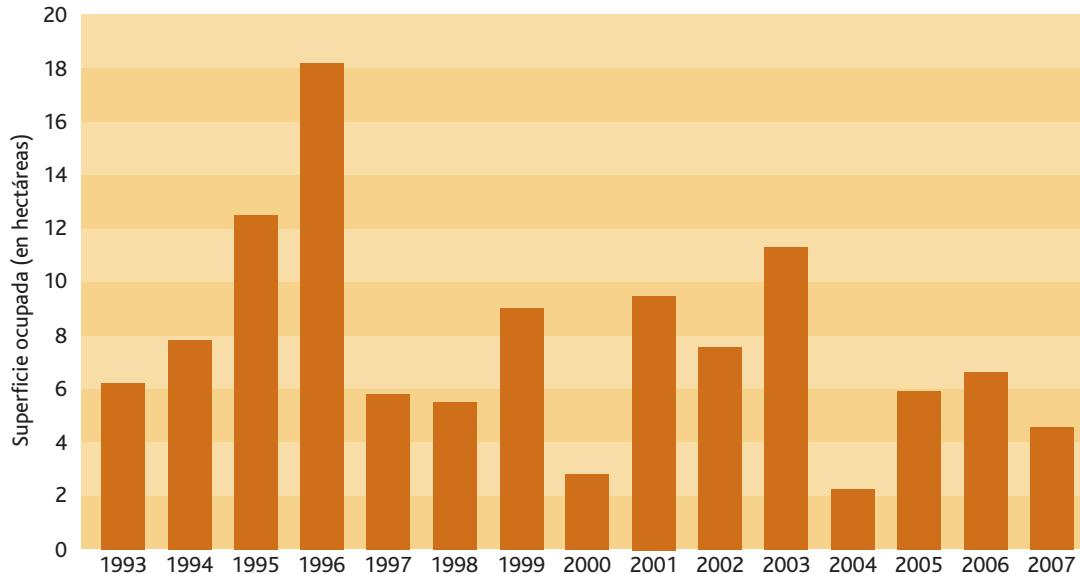
8.1.2 Monitoreo de la población en etapa reproductiva

Dos programas de monitoreo a largo plazo con amplios alcances geográficos se concentran en la etapa reproductiva del ciclo anual de la mariposa monarca: el Proyecto de Monitoreo de Larvas de Monarca (*Monarch Larva Monitoring Project*, MLMP) y el Censo de Mariposas del Cuatro de Julio (*Fourth of July Butterfly Count*), de la Asociación de Mariposas de América del Norte (*North American Butterfly Association*, NABA) (Oberhauser, 2007). Creado por investigadores de la Universidad de Minnesota, el MLMP (www.mlmp.org) es un proyecto científico de ciudadanos por el que monitores voluntarios realizan sondeos semanales de mariposas inmaduras en asclepias en todo el

Equipo de monitoreo del WWF en proceso de medición del tamaño de una colonia.



Extensión de la superficie ocupada por las monarca durante el invierno en México.



campo de reproducción. Los voluntarios proporcionan cálculos semanales de las densidades de huevos y larvas de monarca en sus sitios de monitoreo. El programa abarca casi la totalidad del área de reproducción de la monarca, pero las densidades se reportan por planta. Este método es fácil de seguir por los voluntarios, pero la conversión de la densidad por planta a números totales sufre varios de los mismos problemas que cuando se usa el área ocupada para indicar el tamaño de la población en hibernación.

Los voluntarios que participan anualmente en el Conteo de Mariposas del Cuatro de Julio, de la NABA, monitorean las poblaciones de verano de muchas mariposas adultas, incluidas las monarca (Swengel, 1995). Durante este conteo anual, los voluntarios seleccionan un área de 24 kilómetros de diámetro y levantan un censo de un día de todas las mariposas observadas en ese círculo. Los conteos generalmente se llevan a cabo en las semanas alrededor del 4 de julio en Estados Unidos, el 1 de julio en Canadá y el 16 de septiembre en México. Al igual que el MLMP, el Conteo de Mariposas del Cuatro de Julio cubre una extensa área geográfica; sin embargo, el conteo en los diversos lugares se hace un solo día de cada verano, que podría no ser el día en que la población alcance su número más alto.

8.1.3 Monitoreo de la migración

Varios programas monitorean el tamaño, momento y ubicación de las migraciones otoñales de la monarca en lugares específicos. El proyecto más largo ha sido el conducido por Dick Walton y colaboradores en Cape May, Nueva Jersey, desde 1992 (Walton y Brower, 1996; Walton *et al.*, 2005). Del 1 de septiembre al 31 de octubre, los monitores llevan a cabo de dos a tres censos por día, que consisten en registrar el número de mariposas que observan libando, volando o descansando mientras ellos conducen a 10 kilómetros por hora. Con métodos similares, desde 1997 se lleva a cabo un estudio en el Refugio Nacional de Vida Silvestre de Chincoteague del Servicio de Pesca y Vida Silvestre de Estados Unidos (*US Fish and Wildlife Service, USFWS*), en la isla Assateague, una barrera en la península Delmarva en Virginia

La población de mariposas monarca en hibernación se extrapola a partir de la superficie ocupada.

Fuente: Datos obtenidos de la RBMM y WWF-México (Eduardo Rendón Salinas, Carlos Galindo Leal y Eligio García).

Voluntaria del Proyecto de Monitoreo de Larvas de Monarca (MLMP).



(Gibbs *et al.*, 2006). Otro programa que monitorea la migración de otoño cuenta con la ayuda de voluntarios en el área recreativa de la península Point, en el Parque Nacional Hiawatha de Michigan, administrada por el Servicio Forestal de Estados Unidos (Meitner *et al.*, 2004). Este proyecto, que comenzó en 1996, se ubica en la playa norte del lago Michigan, en un punto de parada migratoria para la mariposa monarca. Los voluntarios realizan tres conteos diarios durante todo el tiempo en que las mariposas pasan por Michigan, desde la segunda semana de agosto hasta la tercera semana de septiembre. En Canadá, también cada otoño se monitorea la migración de mariposas monarca que pasan por el Área Nacional de Vida Silvestre Long Point, y el Parque Nacional Point Pelee, en la costa norte del lago Erie en Ontario. Crewe *et al.* (2007) han analizado los datos de Long Point recopilados de 1995 a 2006.

Además de estos métodos puntuales de conteo, el momento de la migración de primavera de la población oriental es vigilado en toda la región desde 1997 por voluntarios que informan de los primeros avistamientos a Journey North, un programa de estudio en línea de migración de vida silvestre y cambio estacional, así como a Monarch Watch, proyecto de investigación con sede en la Universidad de Kansas (Howard y Davis, 2004). De manera similar, los patrones temporal y espacial de la migración de otoño se monitorean a lo largo de toda la ruta migratoria mediante informes de los sitios de pernocta reunidos por los programas Journey South (Estados Unidos y Canadá) y Correo Real (México). Estos estudios ayudan a identificar los lugares específicos y tipos de hábitat esenciales durante la migración de otoño. Los datos del programa de marcación otoñal de Monarch Watch también identifican rutas migratorias y se han utilizado para delinear variaciones geográficas anuales en las concentraciones más numerosas de monarca migratorias.

8.1.4 Tendencias de la población oriental

En un análisis de siete programas que durante más de diez años han proporcionado consistentemente información, incluidas estimaciones de las fases de reproducción, migración e hibernación del ciclo anual, Oberhauser (2007, inédito) encontró que de 2002 a 2006 la mayoría de los programas dieron cuenta de valores de abundancia relativa por debajo del promedio, aunque los valores de 2005 y 2006 se recuperaron respecto de los registrados en 2002-2004. Análisis detallados de esos informes ayudarán en iniciativas adicionales de recolección de información para explicar las razones de los patrones observados. Sin embargo, la enorme variación en la densidad de la mariposa monarca entre un año y otro dificultará la detección de tendencias a largo plazo, y de ahí la importancia de que programas vigentes continúen reuniendo datos de monitoreo.

La información de invierno muestra que la extensión máxima de un área acumulada ocupada por mariposas monarca fue de alrededor de 18 hectáreas en 1990 y 1996, con zonas de menos de diez hectáreas ocupadas todos los inviernos menos uno (2003) durante el último decenio. El mínimo general se registró en enero de 2005 en 2.19 hectáreas (Rendón-Salinas y Galindo-Leal, 2005; Cruz-Piña *et al.*, 2006).

Durante los once años de su estudio, Crewe *et al.* (2007) notaron un descenso (estadísticamente insignificante) de alrededor de 3 por ciento en el número de mariposas monarca migratorias que atraviesa el sitio de monitoreo del Área Nacional de Vida Silvestre Long Point, en Ontario. Los autores sugirieron que la gran variación durante esos años contribuyó a la insignificante tendencia, y que se necesita más información para determinar si la población de la mariposa monarca que atraviesa Long Point continuará declinando, permanecerá estable en su actual nivel debajo del promedio o seguirá mostrando recuperaciones periódicas.

8.2 Población occidental

El tamaño de las colonias de monarca en sitios de invernación en California se calcula anualmente, a dos semanas del Día de Acción de Gracias, y para muchos años se dispone de datos correspondientes a toda la temporada. En la Base de Datos de Diversidad Natural (*Natural Diversity Data Base*, NDDDB) del Departamento de Pesca y Caza de California podemos encontrar datos a largo plazo de la abundancia de la monarca en sitios de invernación en ese estado. La NDDDB contiene información por separado de 332 sitios de invernación, casi 60 por ciento de los cuales se ubican en propiedad privada y el 40 por ciento restante en tierras de propiedad pública, principalmente en parques estatales.

Al analizar a profundidad estos conteos en un sitio sumamente monitoreado (Frey *et al.*, 2004; Frey y Schaffner, 2004), se observa un declive de cinco años que culminó en 2003, con un nivel mínimo de alrededor de diez mil mariposas en invernación (2002-2003). Las cifras de mariposas monarca obtenidas durante 2004 fueron mucho mayores que las de 2003, con más de 70 mil individuos. Estos valores fueron 45 mil mariposas en 2005-2006 y 60 mil en 2006-2007 (Ventana Wildlife Society, 2007).

9 FACTORES ACTUALES QUE OCASIONAN PÉRDIDA O DISMINUCIÓN

9.1 Pérdida y degradación del hábitat de reproducción

Un estudio realizado en 2000 sobre el aprovechamiento de hábitats agrícolas por la mariposa monarca sugirió que hasta 70 por ciento de los individuos que migraron a México pudieron haberse alimentado de asclepias en agroecosistemas (Oberhauser *et al.*, 2001). Considerando el cambio en las prácticas de cultivo ocurridas a partir de entonces, es posible que actualmente la monarca aproveche en menor proporción el hábitat agrícola. La mayor parte de la soya y gran parte del maíz que se cultivan en Estados Unidos están genéticamente modificados para permitir aplicaciones de glifosato (Roundup), herbicida que da lugar a campos con menos asclepias y otras malezas (James, 2001; USDA, 2007). La *Asclepias syriaca* puede sobrevivir al arado que otrora se utilizaba para controlar la maleza en la mayor parte de los campos de cultivo de soya y maíz, pero no soporta las aplicaciones repetidas de glifosato. Además, la suburbanización de la tierra agrícola provoca la pérdida de grandes extensiones de hábitat; según ciertas estimaciones, cada día se pierden 2,400 o más hectáreas de espacio abierto (tanto tierra de labranza como áreas naturales) en aras de la urbanización (una pérdida anual de 876,000 hectáreas) (NRCS, 2001; American Farmland Trust, 2007).

*La disminución
de las
aplicaciones de
insecticida
beneficiará a una
amplia variedad
de insectos que
no constituyen
plagas, incluida
la mariposa
monarca.*



Algodoncillo a la orilla de un camino.

El maíz genéticamente modificado para contener una toxina Bt (de la bacteria *Bacillus thuringiensis*) puede reducir el uso de insecticida, ya que el propio maíz produce una proteína tóxica para una plaga mayor, el barrenador del maíz. La disminución de las aplicaciones de insecticida beneficiará a una amplia variedad de insectos que no constituyen plagas, incluida la monarca. El maíz que produce Bt se estudió como un posible riesgo para la mariposa, ya que el polen tóxico del maíz puede volar hacia las asclepias y ser consumido por sus larvas (Losey *et al.*, 1999; Hansen Jesse y Obrycki, 2000). Estudios recientes indican que el polen y las anteras del maíz con Bt afectan la supervivencia y el desarrollo de las larvas de monarca (Dively *et al.*, 2004; Anderson *et al.*, 2004); sin embargo, las conclusiones generales son que los efectos de las actuales variedades de maíz con Bt en las poblaciones de mariposas monarca van de "no significativos" a "despreciables" (Sears *et al.*, 2001; Dively *et al.*, 2004; Anderson *et al.*, 2005). Además, la ausencia de asclepias en campos de maíz y sus alrededores debido al uso difundido de cultivos tolerantes a los herbicidas ha disminuido aún más el riesgo representado por el maíz con Bt.

Los bordes de carretera solían constituir una parte pequeña, pero significativa, del hábitat de la monarca, pero la tala y la aplicación de herbicidas han convertido estos hábitats en praderas con pocas plantas en floración que proveen hábitat de más baja calidad para la vida silvestre. Asimismo, en algunas zonas se considera a las asclepias como especies nocivas, lo que se ha traducido en esfuerzos por erradicarlas.

En algunas zonas de América del Norte las asclepias también están resintiendo los graves daños de la contaminación con ozono. La asclepia común es particularmente vulnerable a este gas, cuyos efectos se manifiestan como lesiones en forma de pequeños puntos bien definidos en el haz de las hojas (Bennett y Stalte, 1985). En casos de daño severo por ozono los puntos van creciendo, hasta convertirse en grandes manchas oscuras en el haz. Se desconoce el efecto del daño generado por el ozono en las larvas de mariposa monarca.

Otros factores antropogénicos, como altos niveles de dióxido de carbono, también pueden afectar a las asclepias. Así, es posible que las actividades humanas estén cambiando la distribución y abundancia de las asclepias en formas que aún no se comprenden.

El hábitat de reproducción en Estados Unidos y Canadá es el que mayor atención recibe, ya que la monarca que migra a los sitios de invernación en México y California proviene de estos lugares. Sin embargo, existen pequeñas poblaciones de monarca en México. Las asclepias que utilizan estas poblaciones locales son rociadas con herbicida, sobre todo en las áreas donde pasta el ganado. Además, el hábitat ripariano en el que crecen las asclepias está amenazado por la deforestación o el cambio en el uso del suelo (E. Montesinos, comunicación personal).

9.2 Pérdida y degradación del hábitat de invernación

9.2.1 México

Varios investigadores registran la pérdida de hábitat de invernación en México. Brower *et al.* (2002) utilizaron fotografías aéreas de 1971, 1984 y 1999 para documentar el aumento en los índices de degradación forestal (en el área protegida por el decreto de 1986 y sus alrededores) en los dos intervalos de tiempo entre las fotografías (índices anuales de 1.7 por ciento de 1971 a 1984, y de 2.4 por ciento de 1984 a 1999). El último índice fue ligeramente mayor en el área protegida por el decreto de 1986. Considerando sólo el relieve montañoso de un área de estudio similar, Ramírez *et al.* (2003) encontraron un índice de perturbación anual de 1.3 por ciento y un cambio en el uso del suelo de 0.1 por ciento anual. Ambos análisis abarcaron sólo tres de los cinco santuarios protegidos. Ramírez *et al.* (2006) utilizaron imágenes satelitales de 1986 a 2006 para documentar una pérdida y perturbación acumulada de 10,500 hectáreas de bosque en la RBMM (como se define en el decreto de 2000), equivalentes a una quinta parte de toda el área actualmente protegida.

Desde 2001, el WWF–Programa México y el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN) monitorean cada año la pérdida de bosques en las zonas núcleo y de amortiguamiento de la RBMM y han informado pérdidas de más de 560 hectáreas en un solo año (de 2005 a 2006) (Ramírez y Zubieta, 2005; WWF, 2004, 2006). La tala ilegal ha sido responsable de la mayor parte de la deforestación documentada, pero las actividades agrícolas de subsistencia también son motivo de preocupación (WWF, 2004). La RBMM cuenta con protección oficial; sin embargo, el terreno está dividido en más de cien propiedades privadas (70 por ciento en régimen comunal). Luego entonces, la conservación y la perturbación de los bosques se relacionan con los linderos de las propiedades más que con los linderos de protección oficial, y es posible observar altos índices de perturbación en alrededor de una docena de propiedades (Ramírez *et al.*, 2006).

Los resultados de los monitoreos anuales se informan a los gobernadores de Michoacán y del Estado de México, así como a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat). Gracias a la fuerte presión ejercida por el presidente Felipe Calderón, el gobierno mexicano clausuró aserraderos ilegales e inició acción penal en contra de diversas personas por delitos asociados a la tala ilegal. La evaluación de la cubierta boscosa de 2006-2007 indicó un descenso en el índice de pérdida y deterioro de los bosques en las zonas núcleo de la RBMM, lo que podría deberse a la actual política presidencial del gobierno mexicano de “Cero tolerancia a la tala ilegal”. Futuras evaluaciones pondrán a prueba la eficacia de esta política.

Cada vez hay más pruebas de que la desviación del agua para consumo humano podría degradar gravemente los sitios de invernación. Año tras año se instalan más tuberías de plástico que desvían el agua de los bosques de invernación para consumo de personas y animales domésticos. Por ejemplo, en la cañada Ojo de Agua en el lado sur de Cerro Pelón, el agua se desvió a tal grado que más de un kilómetro del cauce del arroyo está seco. Las mariposas descienden más de dos kilómetros de dicha cañada para llegar hasta el agua (L. Brower, comunicación personal). El recorrido de distancias cada vez más grandes para beber agua presuntamente generará mayor gasto de los lípidos que mantienen a las mariposas vivas durante el invierno.

Las posibles causas biológicas de la degradación del hábitat son, entre otras, el muérdago enano (*Arceuthobium abietis religiosae*) y los insectos, en particular los escarabajos de corteza, aunque se desconocen bien a bien los efectos a largo plazo de las infestaciones con cualquiera de ellos. Algunos investigadores han estimado que

Tala clandestina en la Reserva.



California ha sufrido grandes pérdidas de los hábitats de invernación disponibles para la mariposa monarca: entre 1990 y 1998 se registró una disminución superior a 12 por ciento.

alrededor de cinco mil hectáreas de oyameles (*Abies religiosa*) están infestadas de muérdago en diferentes grados y sugieren que es preciso contar con estrategias de gestión para manejar estos brotes (Hoth, 1993).

Los incendios forestales en la RBMM ocasionan tanto pérdida de hábitat como efectos directos en la monarca si ocurren durante el periodo de invernación. El humo perturba a las mariposas en reposo y las obliga a salir de sus refugios. Los incendios son más comunes en las zonas de amortiguamiento de la RBMM y en poblados cercanos, ya que la quema para limpiar la tierra y plantar cultivos y pastizales es una de las prácticas agrícolas utilizadas. Datos recientes muestran superficies de 616 y 342 hectáreas quemadas en 2003 y 2005, respectivamente, con un descenso a 76 hectáreas en 2007, año en el que se registraron 27 incendios: 11 en el Estado de México y 16 en el de Michoacán (F. Martínez, comunicación personal). Miembros de las comunidades locales participan en muchos aspectos de la prevención y el combate de incendios.

Por último, el elevado número de turistas y la degradación del entorno de invernación causado por visitas mal reguladas puede estar perjudicando a la monarca (Brenner y Hubert, 2006; C. Galindo Leal, comunicación personal). El turismo en los sitios de invernación en México ha crecido durante los últimos 30 años. A la fecha, cada año se reciben entre 100,000 y 150,000 visitantes los fines de semana de diciembre a marzo, la mayoría concentrados en el Santuario Sierra El Campanario (Ejido El Rosario). A pesar de estos 30 años de experiencia, el turismo sigue mal organizado: los ejidos con actividad turística carecen de planes de negocio y no reinvierten los ingresos en mantenimiento o en actividades de desarrollo de la capacidad. Y aunque no se han hecho evaluaciones formales de los efectos del turismo, hay indicios de los efectos negativos que causan los turistas.

Actualmente, la Conanp y la Secretaría de Turismo están dando pasos orientados a revertir y prevenir las consecuencias de la actividad turística en los santuarios mediante la construcción de infraestructura, generación de capacidades locales, difusión y señalización.

Los guías locales protegen a las mariposas en las áreas que reciben grandes números de visitantes mediante diversas técnicas de control de multitudes, pero el proceso de llevar a los turistas a los lugares, con frecuencia a lomo de caballo en el Santuario Sierra Chincua, provoca degradación y erosión de las veredas y condiciones extremadamente polvosas que pueden obstruir los espiráculos (pasos de aire) de las mariposas y sofocarlas (K. Oberhauser, observación personal). Los expendios de alimentos y artesanías en El Rosario y Chincua cada vez ocupan más lugar y producen más basura. Es posible que el incremento en la utilización de leña por los pequeños restaurantes esté dañando a los juníperos y otras plantas nativas. Turistas y caballos dispersan plantas invasoras, en particular la hierba *Acaena elongate* (de la familia de las rosáceas, conocida en México como pegarropa porque se adhiere a la ropa por la cualidad tipo velcro de sus semillas), y posiblemente perturban a las mariposas con el aumento en el ruido y en los niveles de dióxido de carbono que generan. Brenner y Hubert (2006) sugieren que existe un serio problema de coordinación de las actividades turísticas. No se han elaborado políticas dirigidas a diferentes grupos de turistas ni un plan general de manejo de visitantes, por lo que se siguen ofreciendo los mismos productos y servicios de mala calidad para todos, sin considerar las expectativas y medios financieros de los diferentes segmentos del ecoturismo (Brenner y Hubert, 2006).

9.2.2 California

California ha sufrido grandes pérdidas de los hábitats de invernación disponibles para la mariposa monarca: entre 1990 y 1998 se registró una disminución superior a 12 por ciento (Meade, 1999; Frey y Schaffner, 2004). Las causas de la pérdida de hábitat apropiado son, entre otras, crecimiento de los árboles, que generan más sombra, y pérdida de árboles por factores como senectud, enfermedades y desarrollo comercial y municipal (Meade, 1999; Leong *et al.*, 2004). En California, el hábitat de la monarca también ha sido destruido por actividades recreativas concentradas en la mariposa. Por ejemplo, un famoso sitio de invernación en Pacific Grove quedó destruido debido a la construcción, entre los árboles ocupados por las mariposas, de un motel para hospedar a los visitantes (Lane, 1993).

9.3 Enfermedades y parásitos

Diversas enfermedades infecciosas causadas por virus, bacterias, hongos, protozoarios, nematodos y ácaros afectan a la mariposa monarca, la que también es presa de varios insectos depredadores y parasitoides.

9.3.1 Parasitoides

Son insectos que depositan sus huevos en otros insectos. Las larvas de estas especies devoran a sus huéspedes desde adentro, y generalmente acaban saliendo del cadáver de una larva, crisálida o adulto. Entre los parasitoides que consumen larvas de monarca están moscas y avispas. Las larvas de las moscas *Tachinidae* se alimentan de las orugas de monarca, normalmente matando a su huésped justo antes del estado de crisálida. De uno a varios gusanos de mosca emergen del huésped y caen al suelo en zarcillos largos y gelatinosos. En algunas poblaciones localizadas, la mayoría de las larvas de monarca están parasitadas por moscas *Tachinidae*, pero en general los índices de parasitismo son de 5 a 20 por ciento (Oberhauser *et al.*, 2007). También diversas especies de avispas parasitoides infestan a las larvas de monarca, pero su importancia se conoce menos, tal vez porque las avispas tienden a parasitar larvas prepupales y, por tanto, resulta más difícil que los investigadores las detecten. El parasitismo de las avispas braconíidas puede consistir en hasta 32 avispas adultas que se alimentan a partir de un solo cadáver de monarca.

9.3.2 Parásitos

Las mariposas monarca suelen verse infectadas por un virus de poliedrosis nuclear y bacterias *Pseudomonas*. También se ha encontrado en éstas —lo mismo en su hábitat natural que en cautiverio— el parásito protozoario *Ophryocystis elektroscirrha*, así como la especie de microsporidia *Nosema* en poblaciones en cautiverio (Universidad de Georgia, 2007); ambas infecciones pueden causar debilidad en la monarca. En larvas de monarca se han detectado nematomorfos (Prysbly y Oberhauser, inédito). El *O. elektroscirrha* es el único parásito de las monarca bien estudiado. La espora inactiva de esta enfermedad protozoaria se mezcla entre las escamas del integumento de las mariposas adultas y se propaga de la madre a la descendencia a través de las esporas depositadas en los huevos o en las asclepias circundantes que luego las larvas ingieren. Este parásito puede reducir la supervivencia de la larva, el tamaño (o masa) de la mariposa y la duración de su ciclo de vida (Altizer y Oberhauser, 1999). Las poblaciones que no migran, como las del sur de Florida y de Hawai, son las que más sufren de infecciones parasitarias, ya que 70 por ciento aproximadamente están gravemente infectadas, en tanto que sólo lo están alrededor del 30 por ciento en el oeste de América del Norte y ocho por ciento en la población migratoria del este (Altizer *et al.*, 2001).

Chinche apestosa
(*Podisus maculiventris*)
con larva de monarca.



9.4 Cambio climático

Las mariposas monarca invernán en regiones climáticas específicas en los bosques de abetos oyamel montanos ubicados en México. Oberhauser y Peterson (2003) utilizaron modelos de nicho ecológico para identificar un estrecho rango de temperatura y precipitación que permite a las mariposas monarca sobrevivir al invierno. Las condiciones pronosticadas por modelos de cambio climático sugieren que en 2055 los actuales sitios de invernación no serán apropiados para la mariposa monarca. Los modelos del Centro Hadley, dedicado a la investigación climática, pronostican un incremento en la precipitación durante el invierno en los sitios de invernación en México, pero casi ninguna variación en temperatura. Mediante el pronóstico de condiciones para 2055, Oberhauser y Peterson (2003) prevén un incremento en la precipitación durante la temporada de frío que igualaría las condiciones que en 2002 mataron hasta 70-80 por ciento de las dos poblaciones de invernación más grandes (Brower *et al.*, 2004). Mientras 50 por ciento de las mariposas monarca pueden sobrevivir a condiciones de sobreenfriamiento (con temperaturas de hasta -8 °C) si están secas, 50 por ciento de los individuos mojados se congelan a temperaturas de -4.4 °C (Anderson y Brower, 1993, 1996).

Batalden *et al.* (2007) también utilizaron modelación de nichos ecológicos para estudiar el rango de reproducción de verano de la mariposa monarca y los efectos que podría ocasionarle el cambio climático. La mariposa va en busca de condiciones cálidas y húmedas mientras se mueve hacia el norte en la primavera, pero es capaz de utilizar una amplia área sin vuelo direccional durante la mayor parte del verano. Los pronósticos de modelos de cambio climático sugieren que los nichos ecológicos de la mariposa monarca, por lo menos como se definen por temperatura y precipitación, se desplazarán hacia el norte, de manera que todas las generaciones de verano necesitarán desplazarse. El grado en que las mariposas monarca serán capaces de utilizar las nuevas condiciones en el norte dependerá de que puedan cambiar sus patrones de migración, y de la capacidad de las asclepias para colonizar áreas en las que actualmente no crecen.

9.5 Uso de plaguicidas

El uso de herbicidas se discutió ya líneas arriba. Además de la pérdida de hábitat causada por herbicidas que eliminan plantas hospederas y fuentes de néctar de la monarca, los plaguicidas para controlar otros insectos constituyen una amenaza para las mariposas, toda vez que pueden matarlas instantáneamente. Los insecticidas pueden ser importantes fuentes de mortalidad en áreas agrícolas, en áreas urbanas y suburbanas donde se aplican programas de control del mosquito adulto (Oberhauser *et al.*, 2006) y cerca de bosques rociados con Bt para controlar plagas forestales, en particular la polilla gitana. Aunque todos estos métodos de control de insectos tienen potencial para matar mariposas monarca, se desconoce el grado en que afectan a la población total.

10 SITUACIÓN LEGAL, MANEJO Y ACCIONES

La preocupación por la viabilidad a largo plazo de la mariposa monarca en América del Norte ha derivado en numerosos y diversos esfuerzos para su protección legal. Esta preocupación se concentra sobre todo en las necesidades de hábitat de la mariposa y en el índice de pérdida del hábitat que ésta utiliza. La dificultad para medir con exactitud las poblaciones de monarca, su complicado ciclo de vida migratorio y la variación en su densidad entre un año y otro hacen difícil vincular el número de mariposas con la disponibilidad de hábitat a gran escala. Por tanto, todavía se especula sobre los efectos a corto plazo de la pérdida de hábitat; sin embargo, lo que sí sabemos es que se está perdiendo el hábitat de la monarca durante cada una de sus tres etapas de vida (reproducción, migración e hibernación). Las concentraciones extraordinariamente densas en los sitios de hibernación en México hacen que las amenazas en dichos lugares resulten particularmente inquietantes.

10.1 Internacional

A consecuencia de las amenazas percibidas para la mariposa monarca, en 1983 la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) designó los refugios de invierno en México y California como fenómenos amenazados en su Libro Rojo de Datos de Invertebrados (Wells *et al.*, 1983; Malcolm, 1993). Ésta fue la primera vez en la historia de la conservación internacional que se hizo la designación de un fenómeno biológico, en comparación con la designación de especies. Reconoció el hecho de que el fenómeno migratorio —en el que participan millones de mariposas que cada año migran a sitios de hibernación distantes— peligró, aun cuando la especie en su conjunto no esté en peligro de extinción. La Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca de México quedó inscrita en 2006 en la Red Mundial de Reservas de la Biosfera de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco). El Comité Asesor de Reservas de Biosfera recomendó a las autoridades mexicanas incrementar la cooperación con sus contrapartes canadienses y estadounidenses responsables de sitios clave a lo largo de las rutas migratorias de la monarca. Ni la designación de la UICN ni la de la Unesco confieren protección internacional específica.

Numerosas iniciativas regionales de conservación de la mariposa monarca han sido respaldadas mediante actividades de cooperación de los gobiernos o dependencias gubernamentales de Canadá, Estados Unidos y México. La Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA), en colaboración con el Comité Trilateral para la Conservación y Manejo de la Vida Silvestre y los Ecosistemas y otras entidades, ha apoyado varios esfuerzos encaminados a la protección de la mariposa monarca. En 1997, la CCA y el Servicio de Pesca y Vida Silvestre de Estados Unidos (USFWS) convocaron a una reunión de sectores interesados en Morelia, Michoacán, con el propósito de elaborar una estrategia a largo plazo para la conservación de la monarca (Hoth *et al.*, 1999); además, una reunión celebrada en Lawrence, Kansas, con el respaldo del USFWS, produjo un resumen de importantes objetivos de investigación y conservación (Oberhauser y Solensky, 2002).

Desde 1995, el programa de subvenciones Vida Silvestre sin Fronteras (México), del USFWS, ha colaborado con las autoridades y con organizaciones no gubernamentales mexicanas para proteger y restaurar el hábitat de hibernación de la mariposa monarca. Entre 1995 y 2006, el USFWS otorgó aproximadamente 800 mil dólares en subvenciones para proyectos relacionados con la mariposa. Alrededor de 94 por ciento de los fondos se destinaron a proyectos de desarrollo de la capacidad en las comunidades locales de la RBMM para que gestionen sustentablemente sus recursos

Numerosas iniciativas regionales de conservación de la mariposa monarca han sido respaldadas mediante actividades de cooperación de los gobiernos o dependencias gubernamentales de Canadá, Estados Unidos y México.

naturales. El USFWS colabora con las autoridades mexicanas y con Alternare, A.C., en apoyo a un programa de capacitación para desarrollar la capacidad de manejo de los recursos naturales de las comunidades locales, y ha financiado programas de capacitación en técnicas de reforestación a campesinos que viven en la reserva.

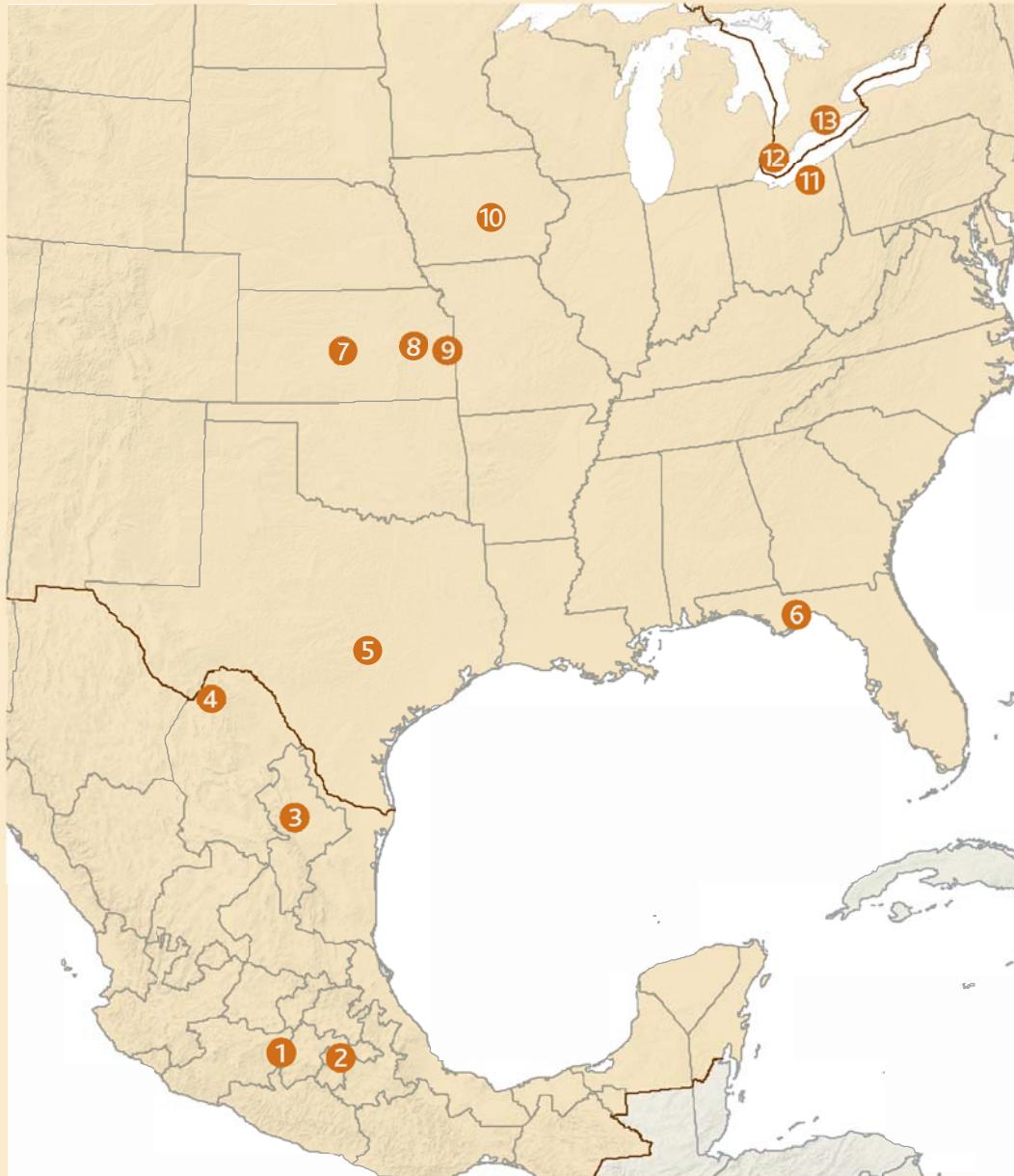
Desde 1993, la Oficina de Programas Internacionales del USFS trabaja con administradores de la RBMM y colaboradores de la región para desarrollar capacidades de administración, proveer a las comunidades de directrices para el manejo de los recursos y conservar los recursos naturales en las zonas núcleo de la RBMM. Personal del Bosque Nacional Willamette y otras unidades han dado capacitación y consultoría en inventario de bosques, utilización de GPS-GIS y trazo y mantenimiento de veredas. Por medio de una alianza con el Bosque Modelo Mariposa Monarca, se han preparado propuestas para apoyar en administración de actividades recreativas y ecoturismo, ecología de paisajes, elaboración y comercialización de productos de madera a pequeña escala y programas de incentivos a comunidades.

En marzo de 2006, el Comité Trilateral para la Conservación y Manejo de la Vida Silvestre y los Ecosistemas (el Comité Trilateral) inició el proyecto de creación de una red de Áreas Protegidas Hermanas para colaborar en proyectos de conservación de la mariposa monarca dirigidos a la preservación y restauración, investigación y monitoreo del hábitat, educación ambiental y difusión pública. Como parte de la red inicial se identificaron 13 áreas protegidas administradas por el USFWS, el Servicio Nacional de Parques de Estados Unidos (USNPS), el Servicio Canadiense de Vida Silvestre (CWS), el Departamento de Parques de Canadá (PCA) y la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp) de México (cuadro 1).

La iniciativa para la elaboración del Plan de América del Norte para la Conservación de la Mariposa Monarca (PANCMM) fue lanzada en el Taller sobre Conservación de la Ruta de la Monarca, celebrado en diciembre de 2006 con los auspicios de la Oficina de Programas Internacionales del USFS, la Agencia para el Desarrollo Internacional de Estados Unidos (USAID), el Departamento de Parques y Vida Silvestre del Estado de Texas (*Texas Parks and Wildlife Department*, TPWD), el Wildlife Trust y la ciudad de McAllen, Texas. En mayo de 2007, el Comité Trilateral hizo suya la iniciativa PANCMM y en junio de 2007, a iniciativa del presidente de la sección mexicana del GTCB, el Consejo de la CCA emitió la Resolución 07-09 por la que giró instrucciones al Secretariado para apoyar las tareas de elaboración del PANCMM. La CCA, el Comité Trilateral y la Oficina de Programas Internacionales del USFS también están apoyando los trabajos de elaboración de un manual trilingüe de monitoreo de la mariposa monarca que contenga protocolos estandarizados vinculados a programas de monitoreo vigentes, para su utilización por administradores de tierras, científicos ciudadanos, ONG y educadores de toda América del Norte.

La Campaña para la Protección de los Polinizadores en América del Norte (*North American Pollinator Protection Campaign*, NAPPCC) es una alianza de investigadores, grupos de conservación y ambientalistas, industria privada y dependencias federales y estatales sobre polinizadores en los tres países (www.nappcc.org). Su labor es organizar proyectos locales, nacionales e internacionales relacionados con investigación, educación y concientización, conservación y restauración, iniciativas de colaboración especiales, y políticas y prácticas relativas a especies polinizadoras. El objetivo principal de la campaña es mostrar un efecto positivo en la salud poblacional de especies polinizadoras, como la mariposa monarca, en un periodo de cinco años. La NAPPCC cuenta con un equipo de tarea específico dedicado al monitoreo y la conservación de la mariposa monarca.

Red de Áreas Protegidas Hermanas para la Mariposa Monarca



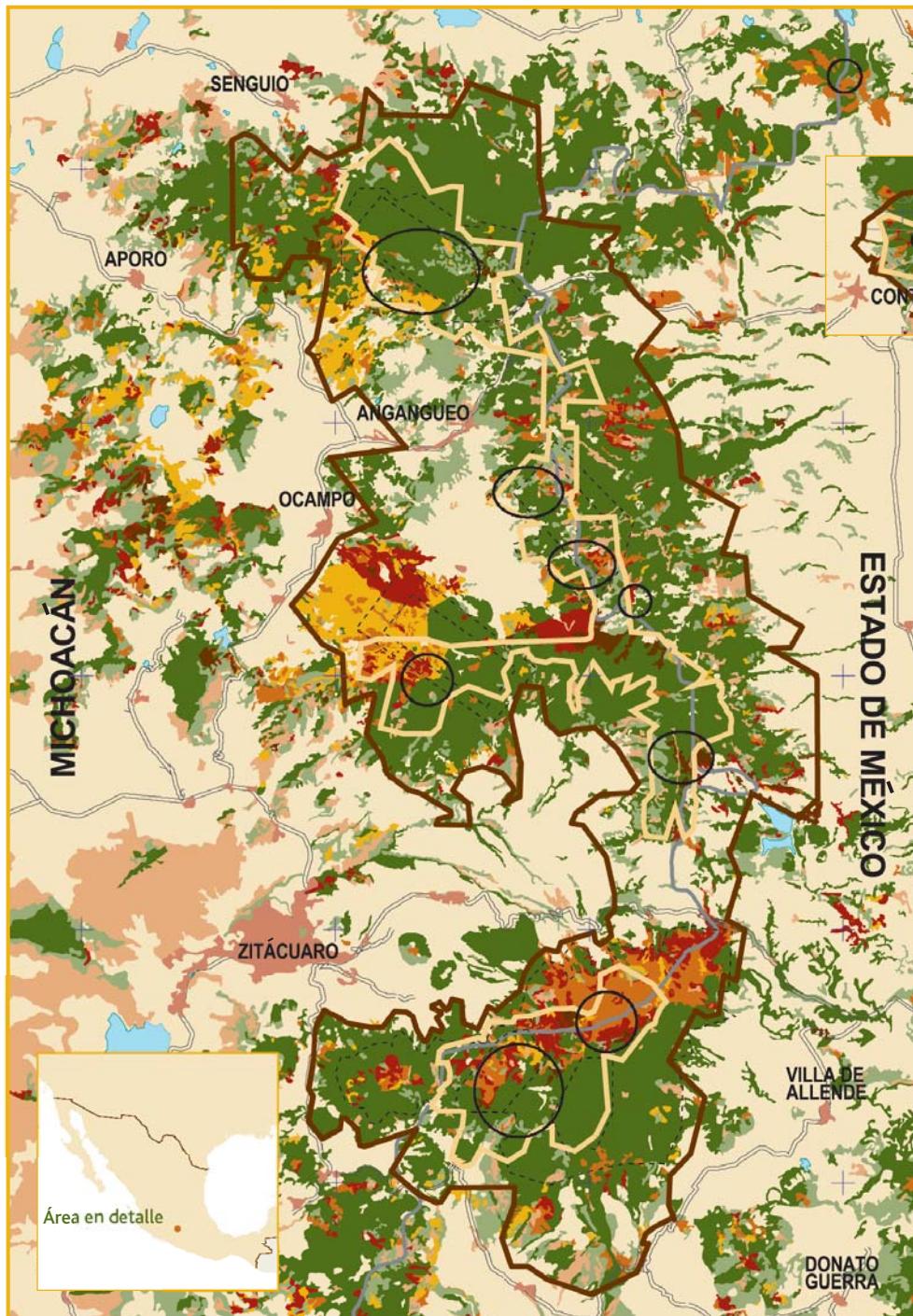
- 1 Reserva de la Biósfera Mariposa Monarca (Michoacán y Estado de México; Conanp)
- 2 Parque Nacional Iztaccíhuatl, Popocatepetl y Zoquiapan (Estado de México, Puebla, y Morelos; Conanp)
- 3 Parque Nacional Cumbres de Monterrey (Nuevo León; Conanp)
- 4 Área de Protección de Flora y Fauna Maderas del Carmen (Coahuila; Conanp)
- 5 Refugio Nacional de Vida Silvestre Balcones Canyonlands (Texas; USFWS)
- 6 Refugio Nacional de Vida Silvestre St. Marks (Florida; USFWS)
- 7 Refugio Nacional de Vida Silvestre Quivira (Kansas; USFWS)
- 8 Flint Hills (Kansas; USFWS)
- 9 Refugio Nacional de Vida Silvestre Marais des Cygnes (Kansas; USFWS)
- 10 Refugio Nacional de Vida Silvestre Neal Smith (Iowa; USFWS)
- 11 Parque Nacional Cuyahoga Valley (Ohio; USNPS)
- 12 Parque Nacional Point Pelee (Ontario; PCA)
- 13 Área Nacional de Vida Silvestre Long Point (Ontario; CWS)

10.2 Canadá

La Ley de Especies en Riesgo (*Species at Risk Act*, SARA), aprobada por el gobierno canadiense en 2003, estableció un proceso legislado para la evaluación, inclusión en listas y recuperación de especies en riesgo (Environment Canada, 2007). Además de su lista oficial de especies, la SARA incluye prohibiciones generales y disposiciones relativas a su aplicación. Esta ley brinda protección a todas las especies incluidas en las listas de especies en riesgo, amenazadas y eliminadas, así como a los hábitats cruciales para tales especies en territorio federal. Al amparo de la SARA, el gobierno canadiense elabora planes de manejo que establecen metas y objetivos de conservación, identifican las amenazas para las especies e indican las principales áreas de actividad en que se trabajará para atenderlas. La mariposa monarca aparece en la lista de especies de preocupación especial de la Ley de Especies en Riesgo debido a la combinación de características biológicas y amenazas identificadas, especialmente los riesgos para los sitios de invernación en México.

La Ley de Parques Nacionales de Canadá (*Canada National Parks Act*) también protege a la mariposa monarca en el Parque Nacional Point Pelee, en Ontario. En 1995, Canadá y México firmaron una declaración para crear una Red Internacional de Reservas para la Mariposa Monarca, comprometiéndose ambas naciones a trabajar en conjunto para la ampliación de esta red. En la declaración se designaron tres áreas en el sur de Ontario como reservas para la mariposa monarca: el Parque Nacional Point Pelee, el Área Nacional de Vida Silvestre Long Point y el Área Nacional de Vida Silvestre Prince Edward Point. Las tres áreas ya estaban protegidas antes de la declaración.

En 1997, la Legislatura de la Provincia de Ontario aprobó la Ley para la Conservación de los Peces y la Vida Silvestre (*Fish and Wildlife Conservation Act*), que designó en "situación especial" a diversas especies de invertebrados, incluida la monarca. La Ley señala que toda persona que críe, capture, marque o investigue a la mariposa monarca en Ontario debe solicitar un permiso especial para la realización de dichas actividades.



Pérdida de la cubierta forestal en la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca y alrededores, 1986 a 2006

Periodo de pérdida

- 1986-1993
- 1993-2000
- 2000-2003
- 2003-2006

Límites de la Reserva

- Zona núcleo, 2000
- Zona de amortiguamiento, 2000
- Área protegida, 1986
- Área de invernación, 1986-2006

Uso y cobertura de suelo

- Bosque denso
- Bosque abierto
- Matorral
- Agricultura/pastizal
- Asentamientos urbanos
- Agua
- Límites estatales
- Carreteras principales

Fuente: M. Isabel Ramírez Ramírez, Ruth Miranda Guerrero y Raúl Zubieta Hernández, *Vegetación y Cubiertas del Suelo, 2006* (1:75000), *Serie Cartográfica Monarca, volumen I, segunda edición*, MBSF-CIGA-UNAM-Semarnat-Unesco, 2007, en <<http://www.ine.gob.mx/publicaciones>>.

Diversas universidades, dependencias y organizaciones no gubernamentales estadounidenses apoyan de manera directa o indirecta la conservación de la especie.

10.3 Estados Unidos

A la fecha, ni la mariposa monarca ni su hábitat gozan de situación especial alguna conferida por las leyes federales de Estados Unidos.

En California, las actuales medidas de protección legales forman un mosaico de ordenanzas municipales, planes de gestión de zonas costeras y leyes estatales. En 1987 la legislatura de California aprobó el Proyecto de Ley núm. 1671 para reconocer la migración y la congregación de invierno de la mariposa monarca como un recurso natural y promover la protección de su hábitat invernal. Un año después, los electores de dicho estado aprobaron una emisión de bonos que asignó dos millones de dólares a la compra de hábitat de invernación crítico (Snow y Allen, 1993). Gracias a esta medida, varios refugios invernales en parques estatales, de condados o poblados reciben protección. Un número reducido de ciudades y condados de California ha promulgado ordenamientos que prohíben la realización de actividades que perturban a la monarca y a los árboles en que la mariposa pasa el invierno. De las ordenanzas en vigor a la fecha, muchas aplican tales prohibiciones sólo si hay mariposas monarca presentes.

Diversas universidades, dependencias y organizaciones no gubernamentales estadounidenses apoyan de manera directa o indirecta la conservación de la especie. Por ejemplo, el programa Monarch Watch (Universidad de Kansas) apoya la creación de "paradas" (Monarch Waystations) a lo largo de la ruta migratoria de las mariposas para brindarles hábitat de libación y reproducción. En el otoño de 2007 se habían registrado más de 1,800 paradas, cuyo tamaño iba de cien a más de mil metros cuadrados. Otras organizaciones, como Journey North, la Monarch Butterfly Sanctuary Foundation, el Fondo de Reforestación de Michoacán, el Programa Monarca y Monarchs in the Classroom (Universidad de Minnesota), recaudan fondos para apoyar directamente a la monarca e incrementar la sensibilización en torno a la especie mediante diversos programas educativos. La Xerces Society for Invertebrate Conservation, en unión de la Ventana Wilderness Society y la Universidad Politécnica Estatal de California, administra las tareas de levantamiento de un censo de las poblaciones en invernación en los conteos de Acción de Gracias. La Xerces Society también evalúa la legislación o los ordenamientos estatales y municipales de California en lo que se refiere a los sitios de invernación de la especie (véase también Brower *et al.*, 1993).

Por medio del programa Texas Monarch Watch, el TPWD apoya talleres para el monitoreo de la monarca y proporciona paquetes de información a los voluntarios que participan en esa actividad. También contrata científicos para el monitoreo de transectos en derechos de vía de autopistas. Además, las unidades del sistema de áreas protegidas de Texas esperan adoptar el manual de protocolos de monitoreo estandarizados que se está elaborando en colaboración con la CCA para que la Red de Áreas Protegidas Hermanas lo utilice a fin de proveer mayor cobertura geográfica a lo largo de la ruta de la mariposa. Lo anterior podría servir de modelo para otras dependencias estatales a lo largo de la ruta.

10.4 México

México ha promulgado tres decretos federales para proteger el hábitat de la mariposa monarca en su territorio. El primero (el decreto de 1980) otorgaba protección a las áreas de invernación de la mariposa sin especificar los lugares que se iban a conservar y restringía las actividades de extracción en los bosques sólo durante la temporada de invernación (noviembre a marzo). El segundo (el decreto de 1986) definió 16,110 hectáreas en cinco áreas de protección separadas a lo largo de los límites de los estados de México y Michoacán: Cerro Altamirano, Sierra Chincua, Sierra El Campanario, Cerros Chivatí-Huacal y Cerro Pelón. Estas cinco áreas en conjunto fueron llamadas Reserva Especial de la Biosfera Mariposa Monarca. Cada área tenía una zona núcleo y una zona de amortiguamiento, con un total de 4,491 hectáreas para las zonas núcleo y 11,619 hectáreas para las zonas de amortiguamiento. El 10 de noviembre de 2000 se creó, por decreto presidencial, la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca (el decreto de 2000), con lo que se amplió la reserva a 56,259 hectáreas (13,552 hectáreas de zonas núcleo y 42,707 hectáreas de zonas de amortiguamiento). La nueva reserva incluyó la creación del Fondo para la Conservación de la Mariposa Monarca (FCMM) —administrado por el FMCN y el WWF-Programa México—, que otorga incentivos económicos para evitar la tala a las comunidades locales propietarias de tierras en las zonas núcleo y cuyos permisos de aprovechamiento forestal fueron revocados (Missrie, 2004; Galindo-Leal y Rendón Salinas, 2005; Missrie y Nelson, 2007).

El gobierno mexicano también incluyó a la mariposa monarca en la categoría de especies "sujetas a protección especial" de la norma oficial sobre especies en riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2001). Esto significa que se le considera una especie o población que podría estar amenazada por factores que afectan negativamente su viabilidad, por lo que su recuperación y conservación deben promoverse en cualquier lugar donde se encuentre.

Colonias más pequeñas asentadas fuera de la RBMM cuentan con protección federal en grados variables y son administradas por la Conanp. El Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl y el Área Nacional Protegida Los Azufres —ambos áreas protegidas— albergan con regularidad pequeñas colonias de monarca en invernación. Parte de la colonia Mil Cumbres en el área del cerro Garnica está incluida en el Parque Nacional Cerro Garnica, pero en años recientes la colonia se estableció a una distancia aproximada de un kilómetro del lindero norte del parque y por lo tanto no cuenta con ningún tipo de protección. En Piedra Herrada, cerca de Valle de Bravo (en el Estado de México), se forma otra colonia. En 1941, el presidente Ávila Camacho promulgó un decreto que declaró esta zona como Área Natural Protegida (ANP); el decreto fue reformado en 2005 para extender la protección a 143,848 hectáreas en las cuencas de Valle de Bravo, Malacatepec, Xilostoc y Temascaltepec. A través del Programa de Desarrollo Regional Sustentable (Proders 2007) se asignaron fondos a la ANP para destinarlos al Parador Ecoturístico Piedra Herrada, sitio de invernación de la mariposa monarca que ofrece servicios de guía de turistas. Parte de los fondos se utilizarán para construir un centro cultural cerca del lugar. El estado de México declaró Corral de Piedra (3,622 hectáreas) como Santuario del Agua, que también incluye el santuario de la mariposa monarca Piedra Herrada. Colonias de mariposas en Cerro del Amparo y Palomas (ambos en el municipio de Temascaltepec, Estado de México) se incluyen en el Parque Nacional Nevado de Toluca. Sin embargo, en ninguna de estas áreas se han ordenado medidas de protección dirigidas específicamente a la mariposa monarca.

Varias organizaciones no gubernamentales mexicanas apoyan la conservación de la mariposa monarca. Por ejemplo, el WWF-Programa México ha participado en la conservación de la mariposa con actividades como monitoreo de colonias, manejo de bosques, rehabilitación de comunidades, ecoturismo y programas de educación ambiental. El Proyecto de Protección del Hábitat de la Cruz apoya la plantación de pinos y oyameles en el hábitat de invernación de la monarca, en tanto que Alternare, A.C., apoya a las comunidades locales en la RBMM y sus

La mariposa monarca ha sido incluida en la categoría de especies "sujetas a protección especial" de la norma oficial mexicana sobre especies en riesgo.

En 2004 el gobierno federal organizó el Primer Foro Regional Mariposa Monarca, con la colaboración de los gobiernos de los estados de México y Michoacán, la RBMM y el WWF-Programa México.

alrededores fomentando diversas prácticas sustentables, incluida labranza, edificación y reforestación. La Fundación Nacional para la Conservación del Hábitat Boscoso de la Mariposa Monarca (Funacommm) lleva a cabo actividades similares en el Estado de México y en 2007 participó en la Exposición de Parques y Vida Silvestre de Texas con miras a conseguir mercados para las artesanías de las comunidades. El objetivo del programa Monarca de Biocenosis es fomentar la conservación de especies y hábitats amenazados, la conservación y el manejo de ecosistemas en general y el monitoreo social. Hombre y Alas de Conservación (Halcon) y Gestión Ambiental y Proyectos para el Desarrollo Sustentable Monarca (Gapdes) —ONG con sede en Zitácuaro— apoyan a las comunidades locales de la RBMM por medio de proyectos que incluyen planes de aprovechamiento del suelo, programas de manejo de bosques, desarrollo sustentable y restauración ambiental.

En 2001, la Profepa organizó el Taller Técnico Científico Multidisciplinario para la elaboración de un plan coordinado de sistematización e integración de la información técnica disponible y los esfuerzos de conservación en curso, a efecto de aclarar las causas de la mortandad de mariposas monarca en los sitios de invernación. El grupo incluye personal de la RBMM, el WWF-Programa México, el IPN y la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) e intenta identificar los riesgos para la mariposa provenientes lo mismo de actividades humanas que de fenómenos naturales, así como las medidas preventivas para atender estos riesgos. Las comisiones forestales de los estados de Michoacán y México, en coordinación con otras organizaciones gubernamentales, también apoyan los programas y medidas de conservación con asistencia técnica y subsidios.

En 2004 el gobierno federal, representado por la Semarnat a través de la Conanp, organizó el Primer Foro Regional Mariposa Monarca, con la colaboración de los gobiernos de los estados de México y Michoacán, la RBMM y el WWF-Programa México. Este evento anual promueve la coordinación y la colaboración entre los numerosos sectores interesados, identifica prioridades de conservación e investigación, impulsa la transparencia institucional y crea conciencia sobre los retos y oportunidades actuales para la resolución de los problemas. Los foros han contado siempre con la participación de los gobernadores de los estados de México y Michoacán y de funcionarios de la Semarnat.

En 2007, la Conanp elaboró la Estrategia Nacional para un Desarrollo Sustentable del Turismo y la Recreación en las Áreas Naturales Protegidas de México. Por lo que respecta a la RBMM, la estrategia se concentra en controlar y reducir las consecuencias nocivas del turismo por medio de actividades de planeación, monitoreo y regulación; promover el desarrollo sustentable de las actividades turísticas con apoyo para el desarrollo de infraestructura (por ejemplo, rutas a pie más apropiadas), y mejorar la base de conocimientos de las personas que participan en el turismo. Asimismo, la Conanp trabaja para promover durante todo el año actividades turísticas dirigidas a la ecología y los paisajes de la RBMM. En fecha reciente, la Alianza WWF-Telcel comenzó a trabajar con la Conanp y el ejido El Rosario para elaborar planes de negocio y de aprovechamiento del suelo orientados al turismo, así como para mejorar la infraestructura básica a fin de apoyar un turismo más sustentable. Actualmente se trabaja en el mejoramiento de los sanitarios para turistas, a fin de evitar la descarga de aguas negras en la cuenca superior; además, se colocaron 65 letreros educativos, informativos y de manejo de grupos, y se mejoró la infraestructura comercial (corredor de restaurantes y tiendas).

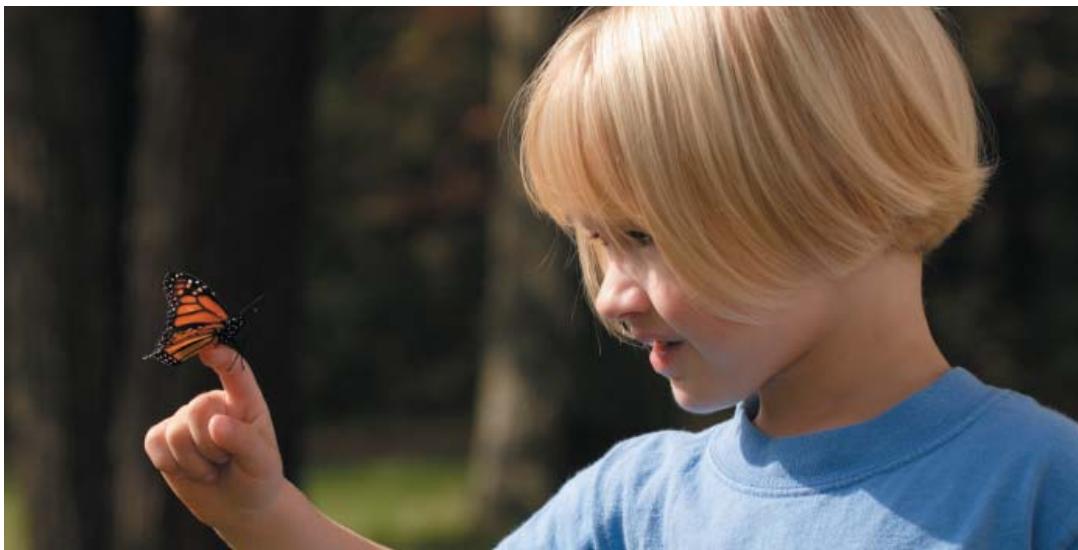
11 PERCEPCIÓN Y ACTITUDES PÚBLICAS Y COMERCIALES

En Estados Unidos, la monarca fue nombrada el insecto estatal de Alabama, Idaho, Illinois y Texas y la mariposa estatal de Minnesota, Vermont y Virginia Occidental. La Legislatura de California declaró el 5 de febrero como Día de la Mariposa Monarca Occidental de California para tratar de que la ciudadanía conozca la importancia de estas espectaculares mariposas. La monarca fue elegida por voto popular como el insecto emblemático de Quebec en 1998; en 1989 fue nominada como el insecto nacional de Estados Unidos, y en México es el insecto representativo del estado de Michoacán y un representante popular de la naturaleza mexicana.

Los niños estudian a la monarca en la escuela; científicos ciudadanos voluntarios de toda América del Norte la acompañan en su migración y reproducción; los conservacionistas están preocupados por el efecto de las actividades humanas en la mariposa, y ciudadanos, dependencias gubernamentales y organizaciones conservacionistas intentan aliviar tales consecuencias. Además, los científicos estudian el comportamiento reproductivo de la monarca, su interacción con las asclepias y sus depredadores, sus respuestas al cambio ambiental y su migración.

Parte de la fascinación por la mariposa monarca se debe a su espectacular migración, durante la cual un solo individuo puede surcar Canadá, Estados Unidos y México. La idea de que un organismo con una masa apenas igual a la de un clip pueda volar miles de kilómetros, desde sus áreas de reproducción de verano hasta sus sitios de hibernación en México, resulta simplemente alucinante, como lo es la congregación de millones de mariposas que tal vez sólo son superadas en número por el krill en el océano Ártico. Además, como la monarca es muy fácil de criar y observar en cautiverio, muchos adultos recuerdan haber descubierto en su niñez una larva de monarca y haber observado su transformación en mariposa.

La popularidad de la mariposa monarca la convierte en foco de las inquietudes de conservación; es por ello que, aunque las actividades humanas afectan a todos los organismos con los que compartimos la Tierra, la monarca despierta mayor preocupación pública. La atracción por ella, y el interés científico y conservacionista que trae aparejado, han enriquecido nuestro conocimiento del mundo natural y fortalecido nuestra determinación por conservarlo.



Pocas especies gozan de tanta popularidad y simpatía como la monarca.

12 ACCIONES DE CONSERVACIÓN TRINACIONALES: OBJETIVOS Y METAS

La conservación de la mariposa monarca exigirá acciones trilaterales en las que participen ciudadanos, organizaciones e instituciones. En este apartado presentamos los objetivos y las acciones concebidos para alcanzar la siguiente meta general: *conservar el hábitat que la mariposa monarca necesita durante su ciclo anual de reproducción, migración e invernación*. Estos objetivos y acciones representan, en síntesis, nuestro conocimiento más profundo de los aspectos de la biología de la mariposa monarca relevantes para tal conservación del hábitat, que deberá incluir tanto la protección del ya existente como la rehabilitación de aquel degradado por las actividades del ser humano. La monarca coexiste con asentamientos humanos y, por ello, las actividades de conservación también deben atender las necesidades sociales, económicas y educativas de los seres humanos que viven en el hábitat de la monarca y sus alrededores. Además, como la monarca utiliza un amplio rango de hábitats que abarcan grandes áreas geográficas durante su ciclo migratorio, es imperativo que las medidas de conservación se basen en un enfoque que abarque toda la ruta, en vez de estar dirigidas exclusivamente a una etapa específica del ciclo anual. Sin embargo, las reducidas dimensiones de los sitios de invernación en México y California y las amenazas directas que para ellos representa el ser humano hacen que la conservación de estas áreas en particular sea motivo de preocupación decisiva y apremiante.

A efecto de alcanzar la meta general de conservación del hábitat de la monarca, las acciones propuestas se dirigen a cuatro áreas principales: 1) Prevención, control y mitigación de las amenazas; 2) Enfoques e instrumentos innovadores; 3) Investigación, monitoreo y evaluación, y 4) Educación, difusión y desarrollo de capacidades. Dentro de cada área se proponen objetivos y acciones de conservación específicos. La extensión de las poblaciones de mariposas monarca y su complicada biología —resumida en este documento— exigen una permanente investigación de los efectos de acciones concretas en la conservación de la mariposa. Así, muchos de los objetivos de conservación se dirigen a las diversas formas en que podemos incrementar nuestro conocimiento de la biología de la especie, en particular con el monitoreo de la interacción con su entorno vivo y no vivo. También abordan el monitoreo de los efectos de las medidas de conservación en el bienestar social y económico de los seres humanos, así como la forma en que estas acciones afectan las poblaciones de mariposa monarca.

12.1 Objetivos específicos del plan de conservación de la mariposa monarca

1. PREVENCIÓN, CONTROL Y MITIGACIÓN DE LAS AMENAZAS

A. Invernación

- Reducir o eliminar la deforestación provocada por la tala y la conversión del hábitat.
- Mantener los beneficios del turismo sin dañar las poblaciones o el hábitat de las mariposas monarca.
- Determinar las causas del decremento en la disponibilidad de agua y mitigar los efectos en las mariposas.
- Determinar los efectos de plantas e insectos parásitos en los bosques donde invierna la monarca.

B. Ruta migratoria

- Atender las amenazas de pérdida y degradación del hábitat en la ruta migratoria.

C. Áreas de reproducción

- Atender las amenazas de pérdida, fragmentación y modificación del hábitat de reproducción.
- Limitar los efectos que las prácticas de manejo del hábitat tienen en la mariposa monarca, plantas en floración y asclepias.

D. En todo el rango anual

- Investigar los efectos del cambio climático global en la supervivencia de la monarca.
- Evaluar los efectos de parásitos y patógenos en la mariposa monarca y sus plantas hospederas.

2. ENFOQUES E INSTRUMENTOS INNOVADORES

- Promover fuentes de ingreso ambientalmente sustentables para personas e instituciones cuyo modo de vida actual degrada el hábitat de la mariposa monarca.
- Apoyar actividades trilaterales que promuevan la cooperación y el apoyo ambiental.

3. INVESTIGACIÓN, MONITOREO Y EVALUACIÓN

- Monitorear la distribución y abundancia de la población de la monarca, así como la calidad de su hábitat, y utilizar los datos del monitoreo para comprender los factores que impulsan las poblaciones de mariposas.
- Determinar los factores socioeconómicos que influyen en la distribución y abundancia de mariposas monarca.
- Evaluar y ponderar los efectos de las medidas de conservación en la distribución y abundancia de mariposas monarca.

4. EDUCACIÓN, DIFUSIÓN Y DESARROLLO DE CAPACIDADES

- Ampliar la comunicación y el intercambio de información en apoyo a la conservación de la mariposa monarca.
- Fomentar y promover programas de desarrollo de la capacidad, capacitación y trabajo en red.

12.2 Cuadro de acciones específicas

1. PREVENCIÓN, CONTROL Y MITIGACIÓN DE LAS AMENAZAS

A. Invernación

AMENAZAS	ACCIONES	PRIORIDAD	DURACIÓN
<p>1. Derivadas de la deforestación causada por la tala ilegal organizada a gran escala, la tala de subsistencia ilegal a pequeña escala y la conversión del hábitat.</p> <p><i>Objetivo:</i> Reducir o eliminar la deforestación provocada por la tala y la conversión del hábitat.</p>	Evaluar los efectos de los cambios en el aprovechamiento del suelo en la RBMM y sus alrededores.	ⓈⓈⓈⓈ	→
	En México, proveer proyectos de desarrollo de capacidad a largo plazo para apoyar programas de vigilancia y aplicación por parte del gobierno, ONG y grupos comunitarios.	ⓈⓈⓈⓈ	→
	En Estados Unidos, comprar y proteger legalmente sitios de invernación en California.	ⓈⓈⓈⓈ	→
	En México, prestar apoyo y asistencia técnica mediante acciones de prevención y mitigación específicas, como rediseño de sistemas de transporte, cierre de accesos a la tala, etcétera.	ⓈⓈⓈⓈ	3 años
	Desarrollar y reforzar prácticas sustentables en comunidades y ampliar el número de comunidades participantes en estos proyectos.	ⓈⓈⓈⓈ	→
	Revisar la eficacia de incentivos económicos a cambio de no talar los bosques en la RBMM.	ⓈⓈⓈⓈ	1 año
	Identificar y promover la venta en el mercado de productos no madereros que puedan producirse dentro de las zonas de amortiguamiento de la RBMM y áreas circunvecinas.	ⓈⓈⓈ	3 años
	Promover la plantación de bosques comerciales en las zonas de amortiguamiento y áreas circunvecinas.	ⓈⓈ	→
	Monitorear el uso que la mariposa monarca hace de las zonas núcleo en comparación con las zonas de amortiguamiento, para determinar si la protección actual es adecuada.	ⓈⓈⓈ	3 años
<p>2. Provocadas por la mala regulación del turismo.</p> <p><i>Objetivo:</i> Mantener los beneficios del turismo sin dañar las poblaciones o el hábitat de las mariposas monarca.</p>	Evaluar los efectos del turismo en el hábitat boscoso y la perturbación a las colonias en invernación.	ⓈⓈⓈ	5 años
	Elaborar y poner en marcha un plan de ecoturismo sustentable.	ⓈⓈⓈ	5 años

Prioridad ■ baja: Ⓢ ■ mediana: ⓈⓈ ■ alta: ⓈⓈⓈ ■ crítica: ⓈⓈⓈⓈ
 Duración ■ permanente: →

1. PREVENCIÓN, CONTROL Y MITIGACIÓN DE LAS AMENAZAS (cont.)

A. Invernación (cont.)

AMENAZAS	ACCIONES	PRIORIDAD	DURACIÓN
3. Provenientes de la disminución en la disponibilidad de agua. <i>Objetivo:</i> Determinar las causas del decremento en la disponibilidad de agua y mitigar los efectos en las mariposas.	Identificar las causas del menor acceso al agua y monitorear la disponibilidad del líquido para las monarca en invernación.	⚠⚠⚠⚠	1 año
	Restablecer el acceso al agua.	⚠⚠⚠⚠	→
4. Provocadas por factores biológicos. <i>Objetivo:</i> Determinar los efectos de plantas e insectos parásitos en los bosques donde invierna la monarca.	Determinar los efectos del muérdago enano en <i>Abies religiosa</i> y poner en marcha un programa de control.	⚠⚠⚠⚠	→
	Determinar los efectos del escarabajo de la corteza y otros insectos en <i>Abies religiosa</i> y poner en marcha un programa de control.	⚠⚠	→

B. Ruta migratoria

1. Pérdida y degradación del hábitat en la ruta migratoria de la monarca. <i>Objetivo:</i> Atender las amenazas de pérdida y degradación del hábitat en la ruta migratoria.	Identificar los tipos y la ubicación del hábitat esencial para la migración (refugios y hábitats de libación).	⚠⚠⚠	3 años
	Evaluar los efectos del cambio en el uso del suelo en la migración de la monarca.	⚠⚠⚠	→
	Preparar y difundir directrices para conservar, fomentar y rehabilitar el hábitat de migración.	⚠⚠	→

C. Áreas de reproducción

1. Pérdida y degradación del hábitat en las áreas de reproducción de la mariposa monarca. <i>Objetivo:</i> Atender las amenazas de pérdida, fragmentación y modificación del hábitat de reproducción.	Determinar si, cuándo y en dónde la asclepia es un recurso limitado y elaborar planes para plantar especies apropiadas para la región.	⚠⚠⚠⚠	3 años
	Fortalecer la protección del hábitat de la mariposa monarca en terrenos públicos y privados.	⚠⚠⚠⚠	→
	Evaluar los efectos de los cambios en el uso del suelo en la mariposa monarca y la asclepia (por ejemplo, cultivo de maíz y trigo para producir etanol, construcción de casas).	⚠⚠⚠⚠	3 años
	Elaborar directrices para zonas de amortiguamiento agrícolas a fin de crear fuentes de néctar.	⚠⚠⚠	3 años
	Elaborar programas de protección del hábitat en costados de carreteras, líneas de transmisión eléctricas y vías ferroviarias; promover la protección en lugares como campos de golf y parques.	⚠⚠⚠	→

1. PREVENCIÓN, CONTROL Y MITIGACIÓN DE LAS AMENAZAS (cont.)

C. Áreas de reproducción (cont.)

AMENAZAS	ACCIONES	PRIORIDAD	DURACIÓN
2. Derivadas de las prácticas de manejo del hábitat. <i>Objetivo:</i> Limitar los efectos que las prácticas de manejo del hábitat tienen en la mariposa monarca, plantas en floración y asclepias.	Estudiar y limitar los efectos de biocidas (herbicidas, insecticidas) en las poblaciones de mariposas monarca y su hábitat.	⚠⚠⚠	3 años
	Desarrollar regímenes de deshierbe a lo largo de autopistas y en costados de caminos que sean compatibles con la reproducción de la mariposa monarca.	⚠⚠⚠	3 años
	Elaborar recomendaciones para promover el que se considere a la asclepia como una planta benéfica y no una hierba venenosa.	⚠	1 año
	Controlar la diseminación de la hiedra trepadora conocida como "estranguladora de perros" (<i>Vincetoxicum rossicum</i>) y otras plantas invasoras que afectan directamente a la mariposa o a la asclepia.	⚠⚠	→

D. En todo el ciclo anual

1. Cambio global. <i>Objetivo:</i> Investigar los efectos del cambio climático global en la supervivencia de la monarca.	Identificar los efectos directos e indirectos del cambio global que afectan las poblaciones de mariposas monarca (calentamiento y otros cambios en patrones climatológicos, contaminación, mayor exposición a los rayos UV, incremento en el CO ₂ , especies invasoras).	⚠⚠⚠⚠	→
2. Parásitos y patógenos que afectan a la mariposa monarca. <i>Objetivo:</i> Evaluar los efectos de parásitos y patógenos en la mariposa monarca y sus plantas hospederas.	Determinar el papel de la producción y distribución comercial de la mariposa monarca en la prevalencia de enfermedades; considerar un programa de inspección de criadores.	⚠⚠	3 años

2. ENFOQUES E INSTRUMENTOS INNOVADORES

OBJETIVOS	ACCIONES	PRIORIDAD	DURACIÓN
Promover fuentes de ingresos ambientalmente sustentables para personas e instituciones cuyo modo de vida actual degrada el hábitat de la mariposa monarca.	Establecer normas específicas con criterios locales para productos de madera y no madereros, incluidos productos que no dañan a la mariposa, a lo largo de toda la ruta migratoria.	⚠⚠	→
	Elaborar programas de comercio justo para productos y servicios respetuosos del medio ambiente (por ejemplo, artesanías, ecoturismo).	⚠	→
	Pagar por servicios ambientales (secuestro de carbono, servicios hidrológicos y conservación de paisajes).	⚠⚠⚠⚠	→

Prioridad ■ baja: ⚠ ■ mediana: ⚠⚠ ■ alta: ⚠⚠⚠ ■ crítica: ⚠⚠⚠⚠
 Duración ■ permanente: →

2. ENFOQUES E INSTRUMENTOS INNOVADORES (cont.)

OBJETIVOS	ACCIONES	PRIORIDAD	DURACIÓN
Apoyar actividades trilaterales que promuevan la cooperación y el apoyo ambiental.	Explorar la factibilidad legal, social y ambiental de promover acuerdos trinacionales para crear servidumbres de conservación.	⚠️⚠️	3 años
	Ampliar la Red de Áreas Protegidas Hermanas (posiblemente incluir la Amistad National Recreation Area y parques estatales en Texas, así como la Sierra Gorda de Querétaro y las áreas naturales protegidas de Valle de Bravo y Los Azufres en Michoacán).	⚠️⚠️⚠️	→
	Apoyar la contratación de un empleado bilingüe o trilingüe que coordine y monitoree las actividades de conservación de la mariposa monarca, cuyo posible lugar de trabajo sea el TPWD en Austin, Texas.	⚠️⚠️⚠️	→

3. INVESTIGACIÓN, MONITOREO Y EVALUACIÓN

Monitorear la distribución y abundancia de la población de la monarca, así como la calidad de su hábitat, y utilizar los datos del monitoreo para comprender los factores que impulsan las poblaciones de mariposas.	Desarrollar un conjunto de herramientas de monitoreo compartido con protocolos vinculados a programas existentes en materia de reproducción, migración e invernación.	⚠️⚠️⚠️⚠️	1 año
	Distribuir las herramientas de monitoreo y coordinar la recopilación de datos.	⚠️⚠️⚠️⚠️	3 años
	Crear un acuerdo trinacional para el intercambio de datos entre investigadores y sectores interesados, tal vez mediante la creación de un banco de datos de los tres países.	⚠️⚠️⚠️	3 años
	Elaborar un diagnóstico de factores de impulso de la población.	⚠️⚠️⚠️	3 años
	Poner en práctica pruebas fisiológicas del desempeño de la mariposa monarca que puedan aplicarse con facilidad; por ejemplo, análisis o pruebas de indicadores de esfuerzo a partir de los contenidos de hemolinfa, lípidos y agua.	⚠️	3 años
	Determinar la influencia de topografía, patrones eólicos estacionales y otras características del paisaje en el movimiento de la monarca.	⚠️⚠️	3 años
Determinar los factores socioeconómicos que influyen en la distribución y abundancia de mariposas monarca.	Identificar factores socioeconómicos que puedan servir de objetivo para las acciones de mitigación relativas a la monarca.	⚠️⚠️⚠️⚠️ (Mexico) ⚠️⚠️ (Canadá y EU)	3 años
	Identificar costos y beneficios y la factibilidad (aceptación de sectores interesados) de las acciones de mitigación para la conservación de la monarca.	⚠️⚠️⚠️⚠️ (Mexico) ⚠️⚠️ (Canadá y EU)	3 años

3. INVESTIGACIÓN, MONITOREO Y EVALUACIÓN (suite)

OBJETIVOS	ACCIONES	PRIORIDAD	DURACIÓN
Evaluar y ponderar los efectos de las medidas de conservación en la distribución y abundancia de mariposas monarca.	Llevar un registro de medidas de conservación.	⚠⚠⚠	→
	Reunir y analizar datos existentes y utilizarlos para determinar el éxito de las acciones de mitigación.	⚠⚠⚠⚠	→
	Poner en marcha procedimientos de manejo adaptables para fomentar factores que generen cambios positivos y desalentar aquellos que generen cambios negativos.	⚠⚠⚠⚠	→
	Aplicar indicadores estandarizados para evaluar la eficacia de los incentivos económicos en la conservación del hábitat de la monarca.	⚠	→

4. EDUCACIÓN, DIFUSIÓN Y DESARROLLO DE CAPACIDAD

Ampliar la comunicación y el intercambio de información en apoyo a la conservación de la mariposa monarca.	Formular un plan trilateral de difusión de la ruta migratoria de la mariposa monarca, tomando en cuenta los materiales disponibles y los que es preciso elaborar.	⚠⚠	1 año
	Elaborar, distribuir y evaluar herramientas educativas (que incluyan elementos de sensibilización respecto de los valores y el manejo del hábitat) para maestros, instructores y consumidores.	⚠⚠	1 año
	Usar medios electrónicos e impresos para aumentar el nivel de conciencia, distribuidos a través de un sitio web interactivo y fácil de usar.	⚠⚠⚠	→
	Relacionar el fenómeno migratorio de la monarca con la sensibilización al cambio climático.	⚠	3 años
	Crear y distribuir una hoja de hechos y otro material informativo sobre el estado y las necesidades de conservación de la ruta migratoria de la mariposa monarca, dirigidos a los encargados de la toma de decisiones y a las comunidades.	⚠⚠⚠	1 año
	Elaborar y distribuir material educativo para consumidores (sobre servicios de polinización y productos respetuosos de la mariposa).	⚠⚠	3 años
Fomentar y promover programas de desarrollo de capacidad, capacitación y trabajo en red.	Elaborar programas prácticos de capacitación para encargados de la toma de decisiones en todos los niveles.	⚠⚠	3 años
	Elaborar e impartir programas de capacitación para guías en sitios de invernación y en zonas de escala a lo largo de la ruta migratoria.	⚠⚠	1 año
	Elaborar e impartir programas de capacitación sobre el uso de herramientas de monitoreo para profesionales en recursos naturales.	⚠⚠	1 año
	Promover una declaración trinacional para establecer las acciones del PANMMM como prioritarias en materia de financiamiento.	⚠⚠	1 año

Prioridad ■ baja: ⚠ ■ mediana: ⚠⚠ ■ alta: ⚠⚠⚠ ■ crítica: ⚠⚠⚠⚠

Duración ■ permanente: →

13 BIBLIOGRAFÍA

- Ackery, P. R. y R. I. Vane Wright, *Milkweed butterflies: Their cladistics and biology*, Ithaca, Cornell University Press, Comstock Publishing Associates, 1984.
- American Farmland Trust, en <<http://www.farmland.org/programs/protection/default.asp>> (consultada el 17 de noviembre de 2007).
- Altizer, S. M. y K. S. Oberhauser, "Effects of the protozoan parasite *Ophryocystis elektroscirrha* on the fitness of monarch butterflies (*Danaus plexippus*)", *J. Inv. Pathol.*, 74, 1999, pp. 76-88.
- Altizer, S. M., K. S. Oberhauser y L. P. Brower, "Associations between host migration and the prevalence of a protozoan parasite in natural populations of adult monarch butterflies", *Ecol. Entomol.*, 25, 2000, pp. 125-139.
- Anderson, J. B. y L. P. Brower, "Cold-hardiness in the annual cycle of the monarch butterfly", en Malcolm, S. B. y M. P. Zalucki (comps.), *Biology and conservation of the monarch butterfly*, Museo de Historia Natural del Condado de Los Ángeles, Los Ángeles, California, 1993, pp. 157-64.
- Anderson, J. B. y L. P. Brower, "Freeze-protection of overwintering monarch butterflies in Mexico: critical role of the forest as a blanket and an umbrella", *Ecol. Entomol.*, 21, 1996, pp. 107-116.
- Anderson, P. L., R. L. Hellmich, M. K. Sears, D. V. Sumerford y L. C. Lewis, "Effects of cry1Ab-expressing corn anthers on monarch butterfly larvae", *Environ. Entomol.*, 33, 2004, pp. 1109-1115.
- Batalden, R., K. S. Oberhauser y A. T. Peterson, "Ecological niches in breeding generations of Eastern North American monarch butterflies", *Ecol. Entomol.*, 36, 2007, pp. 1365-1373.
- Bennett, J. P. y K.W. Stalte, "Using vegetation biomonitors to assess air pollution injury in National Parks: milkweed survey", National Park Service, Air Quality Division, Denver Colorado, *Nation Resources Report Series*, núm. 85-1, 1985.
- Brenner, L., J. Hubert, "Actor-Oriented management of protected areas and ecotourism in Mexico", *J. Latin Amer. Geog.*, 5, 2006, pp. 7-27.
- Brower, A. V. Z. y M. M. Jeansonne, "Geographical distributions and 'subspecies' of New World monarch butterflies (Nymphalidae) share a recent origin and are not phylogenetically distinct", *Entom. Soc. Amer.*, 97, 2004, pp. 519-523.
- Brower, L. P., "Chemical defence in butterflies", en R. I. Vane Wright y P. R. Ackery (comps.), *The biology of butterflies*, Academic Press, Londres, 1984, pp. 109-134.
- Brower, L. P., "New perspectives on the migration biology of the Monarch butterfly, *Danaus plexippus* L.", en M. A. Rankin (comp.), *Migration: Mechanisms and adaptive significance*, contribuciones en *Marine Science*, vol. 27, Suppl. Port Aransas, Texas: Marine Science Institute, The University of Texas at Austin, 1985, pp. 748-785.
- Brower, L. P., "Understanding and Misunderstanding the Migration of the Monarch Butterfly (*Nymphalidae*) in North America: 1857-1995", *J. Lepid. Soc.*, 49, 1995, pp. 304-385.

- Brower, L. P., "Forest thinning increases monarch butterfly mortality by altering the microclimate of the overwintering sites in Mexico", en S. A. Ae, T. Hirowatari, M. Ishii, y L. P. Brower (comps.), *Decline and conservation of butterflies in Japan III*, Acta del Simposio Internacional sobre la Conservación de la Mariposa Monarca, Osaka, Japón, 1994, *Lepidop Soc. Japan*, 1996, pp. 33-44.
- Brower, L. P., G. Castilleja, A. Peralta, J. López García, L. Bojórquez Tapia, S. Díaz, D. Melgarejo y M. Missrie, "Quantitative changes in forest quality in a principal overwintering area of the monarch butterfly in Mexico, 1971-1999", *Conserv. Biol.*, 16, 2002, pp. 346-359.
- Brower, L. P., L. S. Fink y P. Walford, "Fueling the fall migration of the monarch butterfly", *Int. Comp. Biol.*, 46, 2006, pp. 1123-1142.
- Brower, L. P., D. R. Kust, E. Rendon Salinas, E. García Serrano, K. R. Kust, J. Miller, C. Fernández del Rey y K. Pape, "Catastrophic winter storm mortality of monarch butterflies in Mexico during January 2002", en K. S. Oberhauser y M. J. Solensky (comps.), *Monarch butterfly biology and conservation*, Cornell University Press, Ithaca, Nueva York, 2004, pp. 151-166.
- Brower, L. P., M. Munroe y K. Snow, *Conservation and management guidelines for preserving monarch butterfly migration and overwintering habitat in California*, The Xerces Society, Portland, Oregon, 1993.
- Brower, L. P., y R. M. Pyle, "The interchange of migratory monarchs between Mexico and the western United States, and the importance of floral corridors to the fall and spring migrations", en G. Nabhan (comp.), *Conservation of migratory pollinators and their nectar corridors in North America*, Museo del Desierto Arizona-Sonora, Historia Natural de la Región del Desierto de Sonora, núm. 2, University of Arizona Press, Tucson, Arizona, 2004.
- Calvert, W., "Two methods of estimating overwintering monarch population size in Mexico", en K. S. Oberhauser y M. J. Solensky (comps.), *Monarch butterfly biology and conservation*, Cornell University Press, Ithaca, Nueva York, 2004, pp. 121-128.
- Calvert, W. y L. P. Brower, "The location of monarch butterfly (*Danaus plexippus* L.) overwintering colonies in Mexico in relation to topography and climate", *J. Lepid. Soc.*, 40, 1986, pp. 164-187.
- Conanp, "Estrategia Nacional para un Desarrollo Sustentable del Turismo y la Recreación en las Áreas Protegidas de México", Semarnat-Conanp, México, D.F., 2007.
- Crewe, T. L., D. Lepage y J. D. McCracken, "Population trend analyses of monarch butterflies using daily counts during fall migration at Long Point, Ontario, Canada (1995-2006)", *Bird Studies Canada*, 2007.
- Cruz Piña, M., C. Galindo Leal, E. Rendón Salinas y S. Rodríguez Mejía, "Monitoreo de las colonias de hibernación de mariposa monarca: superficie forestal de ocupación en diciembre de 2006", informe de WWF, 2006.
- Dively, G. P., R. Rose, M. K. Sears, R. L. Hellmich, D. E. Stanley-Horn, D. D. Calvin, J. M. Russo y P. L. Anderson, "Effects on monarch butterfly larvae (*Lepidoptera: Danaidae*) after continuous exposure to cry1Ab-expressing corn during anthesis", *Environ. Entomol.*, 33, 2004, pp. 1116-1125.
- Dockx, C., "Directional and stabilizing selection on wing size and shape in migrant and resident monarch butterflies, *Danaus plexippus* L. in Cuba", *Biol. J. of the Linnean Soc.*, 92, 2007, pp. 605-616.

- Dussourd, D. E., "Foraging with finesse: Caterpillar adaptations for circumventing plant defenses", en N. E. Stamp y T. M. Casey (comps.), *Caterpillars: Ecological and evolutionary constraints on foraging*, Chapman and Hall, Nueva York, Nueva York, 1993, pp. 92-131.
- Dussourd, D. E. y T. Eisner, "Vein-cutting behavior: Insect counterploy to the latex defense of plants", *Science*, 237, 1987, pp. 898-901.
- Environment Canada, "Especies en riesgo", en <<http://www.speciesatrisk.gc.ca>> (consultada el 9 de noviembre de 2007).
- Foro Regional Mariposa Monarca, en <<http://www.foromonarca.net>> (consultada el 5 de marzo de 2008).
- Frey, D., J. L. Griffiths, J. Scott, S. Stevens y S. L. Stock, "Monarch butterfly population dynamics in Western North America: Emphasis on Monterey and San Luis Obispo Counties", informe preparado para Helen I. Johnson, 2004.
- Frey, D. F. y A. Schaffer, "Spatial and temporal patterns of monarch overwintering abundance in Western North America", en K. S. Oberhauser y M. J. Solensky (comps.), *Monarch butterfly biology and conservation*, Cornell University Press, Ithaca, Nueva York, 2004, pp. 167-176.
- Galindo Leal, C. y E. Rendón Salinas, *Danaidas: las maravillosas mariposas monarca*, publicación especial núm. 1, Alianza WWF-Telcel, México, D.F., 2005.
- García Serrano, E., J. Lobato Reyes y B. Xiomara Mora Álvarez, "Locations and area occupied by monarch butterflies overwintering in Mexico from 1993-2002", en K.S. Oberhauser y M.J. Solensky (comps.), *Monarch butterfly biology and conservation*, Cornell University Press, Ithaca, Nueva York, 2004, pp. 129-134.
- Gibbs, D., R. Walton, L. Brower y A. K. Davis, "Monarch butterfly (*Lepidoptera, Nymphalidae*) migration monitoring at Chincoteague, Virginia and Cape May, New Jersey: a comparison of long-term trends", *J. Kans. Entom. Soc.*, 79, 2006, pp. 156-164.
- Gibo, D. L. y J.A. McCurdy, "Lipid accumulation by migrating monarch butterflies (*Danaus plexippus* L.)", *Can. J. Zool.*, 71, 1993, pp. 76-82.
- Goehring, L. y K. S. Oberhauser, "Effects of photoperiod, temperature and host plant age on induction of reproductive diapause and development time in *Danaus plexippus*", *Ecol. Entomol.*, 27(6), 2002, pp. 674-685.
- Haber, W. A., "Seasonal migration of monarchs and other butterflies in Costa Rica", Museo de Historia Natural del Condado de Los Ángeles, *Science Series*, 38, 1993, pp. 201-207.
- Hansen Jesse, L. C. y J. J. Obrycki, "Field deposition of Bt transgenic corn pollen: lethal effects on the monarch butterfly", *Oecologia*, 125, 2000, pp. 241-248.
- Herman, W. S., "Studies on the adult reproductive diapause of the monarch butterfly, *Danaus plexippus*", *Biol. Bull.*, 160, 1981, pp. 89-106.
- Hoevenaer, T. y S. B. Malcolm, "Effects of milkweed latex and cardenolides on foraging and maintenance behaviors of first instar monarch larvae", en K. S. Oberhauser y M. J. Solensky (comps.), *Monarch butterfly biology and conservation*, Cornell University Press, Ithaca, Nueva York, , 2004, pp. 55-59.

Hoth, J., *Rural development and protection of the Monarch Butterfly (Danaus plexippus) in Mexico: a sustainable development approach*, School of Rural Planning and Development, Canadá (trabajo de investigación de la maestría en ciencias), 1993.

Hoth, J., L. Merino, K. Oberhauser, I. Pisanty, S. Price y T. Wilkinson, "Acta de la conferencia de América del Norte sobre la mariposa monarca", Comisión para la Cooperación Ambiental, 1999.

Howard, E., y A. K. Davis, "Documenting the spring movements of monarch butterflies with Journey North, a citizen science program", en K. S. Oberhauser y M. J. Solensky (comps.), *Monarch butterfly biology and conservation*, Cornell University Press, Ithaca, Nueva York, 2004, pp. 105-116.

James, C., "Global review of commercialized transgenic crops", *Int'l Serv. Acq. Agri-biotech Appl.*, 2001, en <<http://www.isaaa.org/Resources/Publications/briefs/24/download/isaaa-brief-24-2001.pdf>> (consultada el 17 de noviembre de 2007).

James, D. G., "Migration biology of monarchs in Australia", en S. B. Malcolm y M. P. Zalucki (comps.), *Biology and conservation of the monarch butterfly*, Museo de Historia Natural del Condado de Los Ángeles, Los Ángeles, California, 1993, pp. 189-200.

Knight, A. L., L. P. Brower y E. H. Williams, "Spring remigration of the monarch butterfly, *Danaus plexippus* (Lepidoptera: Nymphalidae) in north-central Florida: estimating population parameters using mark-recapture", *Biol. J. Linn. Soc.*, 68, 1999, pp. 531-556.

Lamas, G., "*Nymphalidae. Danainae*", en G. Lamas (comp.), *Checklist: Part 4A. Hesperioidea – Papilionoidea*, pp. 171-172. También Heppner, J. B. (comp.), *Atlas de Lepidoptera Neotropicales 5A*, Asociación para Lepidoptera Tropical y Scientific Publishers, Gainesville, Florida, 2004.

Lane, J., "Overwintering monarch butterflies in California: Past and present", en S. B. Malcolm y M. P. Zalucki (comps.), *Biology and conservation of the monarch butterfly*, Museo de Historia Natural del Condado de Los Ángeles, Los Ángeles, California, 1993, pp. 335-344.

Leong, K., D. W. H. Sakai, W. Bremer, D. Feuerstein y G. Yoshimura, "Analysis of the pattern of distribution and abundance of monarch overwintering sites along the California coastline", en K. S. Oberhauser y M. J. Solensky (comps.), *Monarch butterfly biology and conservation*, Cornell University Press, Ithaca, Nueva York, 2004, pp. 177-186.

Losey, J. E., L. S. Rayor y M. E. Carter, "Transgenic pollen harms monarch larvae", *Nature*, 399, 1999.

Malcolm, S. B., "Cardenolide-mediated interactions between plants and herbivores", en M. R. Berenbaum y G. A. Rosenthal (comps.), *Herbivores: Their interactions with secondary plant metabolites*, 1, 1991, pp. 251-296.

Malcolm, S. B., "Conservation of Monarch Butterfly migration in North America: an endangered phenomenon", en S. B. Malcolm y M. P. Zalucki (comps.), *Biology and conservation of the monarch butterfly*, Museo de Historia Natural del Condado de Los Ángeles, Los Ángeles, California, 1993, pp. 357-361.

Malcolm, S. B., "Milkweeds, monarch butterflies, and the ecological significance of cardenolides", *Chemoecology*, 5, 1994, pp. 101-117.

- Malcolm, S. B., R. A. Martin, S. P. Lynch, L. P. Brower, S. B. Malcolm y T. Van Hook, "Cardenolide content, emetic potency, and thin-layer chromatography profiles of monarch butterflies, *Danaus plexippus*, and their larval host-plant milkweed, *Asclepias humistrata*, in Florida", *Chemoecology*, 3, 1992, pp. 1-13.
- Malcolm, S. B., B. J. Cockrell y L. P. Brower, "Monarch butterfly voltinism: Effects of temperature constraints at different latitudes", *Oikos*, 49, 1987, pp. 77-82.
- Malcolm, S. B., B. J. Cockrell y L. P. Brower, "The cardenolide fingerprint of monarch butterflies reared on the common milkweed, *Asclepias syriaca*", *J. Chem. Ecol.*, 15, 1989, pp. 819-853.
- Malcolm, S. B., B. J. Cockrell y L. P. Brower, "Spring recolonization of eastern North America by the monarch butterfly: successive brood or single sweep migration?", en S. B. Malcolm y M. P. Zalucki (comps.), *Biology and conservation of the monarch butterfly*, Museo de Historia Natural del Condado de Los Ángeles, Los Ángeles, California, 1993, pp. 253-267.
- Malcolm, S. B. y M. P. Zalucki, "Milkweed latex and cardenolide induction may resolve the lethal plant defense paradox", *Entomol. Exp. Appl.*, 80, 1996, pp. 193-96.
- Masters, A. R., S. B. Malcolm y L. P. Brower, "Monarch butterfly (*Danaus plexippus*) thermoregulation behavior and adaptations for overwintering in Mexico", *Ecology*, 69, 1988, pp. 458-67.
- Meade, D., *Monarch butterfly overwintering in Santa Barbara County, California*, informe al Departamento de Planeación y Desarrollo del Condado de Santa Bárbara, California, preparado por Althouse and Meade, Biological and Environmental Services, Paso Robles, California, 1999.
- Meitner, C. J., L. P. Brower y A. K. Davis, "Migration patterns and environmental effects on stopover of monarch butterflies (*Lepidoptera, Nymphalidae*) at Peninsula Point, Michigan", *Environ. Entomol.*, 33, 2004, pp. 249-256.
- Missrie, M., "Design and implementation of a new protected area for overwintering monarch butterflies in Mexico", en K. S. Oberhauser y M. J. Solensky (comps.), *Monarch butterfly biology and conservation*, Cornell University Press, Ithaca, Nueva York, 2004, pp. 141-150.
- Missrie, M. y K. C. Nelson, "Direct Payments for Conservation: Lessons from the Monarch Butterfly Conservation Fund", en A. Usha (comp.), *Bio-diversity and conservation: International perspectives*, The Icfai University Press, Hyderabad, India, 2007, pp. 189-212.
- Montesinos Patiño E. B., *Biología y estructura genética de las poblaciones locales y migratorias de mariposa monarca (Danaus plexippus L.) en México*, tesis de maestría, Instituto de Ecología, UNAM, 2003.
- NRCS, *Natural resources inventory 2001*, Natural Resources Conservation Service, en <<http://www.nrcs.usda.gov/Technical/land/nri01/nri01dev.html>> (consultada el 8 de enero de 2008). Oberhauser, K. S., "Programa norteamericano de monitoreo de la mariposa monarca", en I. Pisanty y M. Caso, *Especies, espacios y riegos: Monitoreo para la conservación de la biodiversidad*, Instituto Nacional de Ecología (INE-Semarnat), México, D.F., 2007, pp. 33-58.
- Oberhauser, K. S., S. J. Brinda, S. Weaver, R. D. Moon, S. A. Manweiler y N. Read, "Growth and survival of monarch butterflies (*Lepidoptera: Danaidae*) after exposure to permethrin barrier treatments", *Environ. Entomol.*, 35(6), 2006, pp. 1626-1634.

Oberhauser, K. S., I. Gebhard, C. Cameron y S. Oberhauser, "Parasitism of monarch butterflies (*Danaus plexippus*) by *Lespesia archippivora* (Diptera: Tachinidae)", *Amer. Midl. Nat.*, 157, 2007, pp. 312-328.

Oberhauser, K. S. y A. T. Peterson, "Modeling current and future potential wintering distributions of eastern North American monarch butterflies", *Proc. Nat. Acad. Sci.*, 100, 2003, pp. 14063-14068.

Oberhauser, K. S., M. D. Prysby, H. R. Mattila, D. E. Stanley-Horn, M. K. Sears, G. Dively, E. Olson, J. M. Pleasants, F. L. Wai-Ki y R. L. Hellmich, "Temporal and spatial overlap between monarch larvae and corn pollen", *Proc. Nat. Acad. Sci.*, 98, 2001, pp. 11913-11918.

Oberhauser, K. S. y M. J. Solensky, 2001 *Monarch population dynamics meeting: meeting and working group summaries*, 2002, en <<http://www.monarchlab.org/pubs/WorkingGroupSummaries.pdf>> (consultada el 4 de marzo de 2008).

Prysby, M. D., "Enemies and survival of monarch eggs and larvae", en K. S. Oberhauser y M. J. Solensky (comps.), *Monarch butterfly biology and conservation*, Cornell University Press, Ithaca, Nueva York, 2004, pp. 27-37.

Pyle, R. M., *Chasing monarchs: migrating with the butterflies of passage*, Houghton Mifflin, Boston, 2000.

Ramírez, M. I., J. G. Azcárate y L. Luna, "Effects of human activities on Monarch Butterfly habitat in protected mountain forests, Mexico", *Forestry Chronicle*, 79 (2), 2003, pp. 242-246.

Ramírez, M. I., R. Miranda y R. M. Guerrero, *Serie cartográfica monarca, volumen 1: vegetación y cubiertas del suelo*, Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca, México, 2006.

Ramírez, M. I. y R. Zubieta, "Análisis regional y comparación metodológica del cambio en la cubierta forestal en la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca", informe técnico preparado para el Fondo para la Conservación de la Mariposa Monarca, México, D.F., septiembre de 2005.

Rayor, Linda S., "Effects of monarch larval host plant chemistry and body size on *Polistes* wasp predation", en K. S. Oberhauser y M. J. Solensky (comps.), *Monarch butterfly biology and conservation*, Cornell University Press, Ithaca, Nueva York, 2004, pp. 39-46.

Rendón, E. y C. Galindo Leal, *Reporte preliminar del monitoreo de las colonias de hibernación de la mariposa monarca*, informe de WWF-México, en <www.www.org.mx>, México, D.F., 2005.

Rendón, E., G. Ramírez, J. Pérez y C. Galindo Leal (comps.), *Memorias del Tercer Foro Mariposa Monarca*, 2006, México, 2007.

Rendón Salinas, E., S. Rodríguez Mejía, M. Cruz Piña, C. Galindo Leal y S. Rodríguez Mejía, *Monitoreo de las colonias de hibernación de mariposa monarca: superficie forestal de ocupación en diciembre de 2006*, informe de WWF-México, México D.F., en <www.org.mx>, 2007.

Rendón Salinas, E., A. Valera Bermejo, M. Cruz Piña, S. Rodríguez Mejía y C. Galindo Leal, *Monitoreo de las colonias de hibernación de mariposa monarca: superficie forestal de ocupación en diciembre de 2005*, informe de WWF-México, México, D.F., en <www.wwf.org.mx>, 2006a.

- Rendón Salinas, A. Valera Bermejo, Ramírez Galindo, J. Pérez Ojeda y C. Galindo Leal (comps.), *Memorias del Segundo Foro Regional Mariposa Monarca*, México, D.F., 2006b.
- Sears, M. K., R. L. Hellmich, D. E. Stanley Horn, K. S. Oberhauser, J. M. Pleasants, H. R. Mattila, B. D. Siegfried y G. P. Dively, "Impact of Bt corn pollen on monarch butterfly populations: A risk assessment", *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 98, 2001, pp. 11937-11942.
- Slayback, D. A., L. P. Brower, M. I. Ramírez y L. S. Fink, "Establishing the presence and absence of overwintering colonies of the monarch butterfly in Mexico by the use of small aircraft", *Amer. Entomol.*, 53, 2007, pp. 28-39.
- Snow, K. B. y M. M. Allen, "The monarch project: a program of practical conservation in California", en S. B. Malcom y M. P. Zalucki (comps.), *Biology and conservation of the monarch butterfly*, Museo de Historia Natural del Condado de Los Ángeles, Los Ángeles, California, 1993, pp. 393-394.
- Solensky, M. J., "Overview of monarch migration", en K. S. Oberhauser y M. J. Solensky (comps.), *Monarch butterfly biology and conservation*, Cornell University Press, Ithaca, Nueva York, 2004, pp. 79-83.
- Stimson, J. y M. Berman, "Predator induced colour polymorphism in *Danaus plexippus* L. (*Lepidoptera: Nymphalidae*) in Hawaii", *Heredity*, 65, 1990, pp. 401-406.
- Stimson, J. y L. Meyers, "Inheritance and frequency of a color polymorphism in *Danaus plexippus* (*Lepidoptera: Danaidae*) on Oahu, Hawaii", *J. Res. Lepid.*, 23, 1984, pp. 153-160.
- Swengel, A. B., "Population fluctuations of the monarch (*Danaus plexippus*) in the 4th of July Butterfly Count 1977-1994", *Amer. Midl. Nat.*, 134, 1995, pp. 205-214.
- Universidad de Georgia, *Project Monarch Health*, en <<http://www.monarchparasites.org/>> (consultada el 17 de noviembre de 2007).
- Urquhart, Fred A., "Found at last: the monarch's winter home", *Nat. Geog.*, 150, 1976, pp. 161-173.
- USDA, National Agricultural Statistics Service (Servicio de Estadísticas Agrícolas Nacionales), en <<http://www.nass.usda.gov/index.asp>> (consultada el 17 de noviembre de 2007).
- Vane Wright, R. I., "White monarchs", *Antenna*, 10, 1986, pp. 117-118.
- Vane Wright, R. I., "The Columbus hypothesis: An explanation for the dramatic 19th century range expansion of the monarch butterfly", en S. B. Malcolm y Myron P. Zalucki (comps.), *Biology and conservation of the monarch butterfly*, 38, Museo de Historia Natural del Condado de Los Ángeles, Los Ángeles, California, 1993, pp. 179-187.
- Vane Wright, R. I., "Linnaeus' Butterflies", *The Linnaean Collections*, 7, 2007, pp. 59-74.
- Ventana Wildlife Society, "Monitoring migrating monarchs in Monterey County", en <<http://www.ventanaws.org/conservation/monarchs.htm#updates>> (consultada el 9 de noviembre de 2007).
- Walton, R. K. y L. P. Brower, "Monitoring the fall migration of the monarch butterfly *Danaus plexippus* L. (*Nymphalidae: Danainae*) in eastern North America: 1991-1994", *J. Lepid. Soc.*, 50, 1996, pp. 1-20.

- Walton, R. K., L. P. Brower y A. K. Davis, "Long-term monitoring and fall migration pattern of the monarch butterfly in Cape May, New Jersey", *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 98, 2005, pp. 682-689.
- Wells, S. M., R. M. Pyle y N. M. Collins, *The IUCN invertebrate red data book*, Gland, Suiza, Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, 1983.
- Woodson, R. E., "The North American species of *Asclepias*", *L. Ann. Mo. Bot. Gard.*, 41, 1954, pp. 1-211.
- WWF, *La tala ilegal y su impacto en la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca*, informe de WWF-Programa México, en <www.wwf.org.mx>, México, D.F., 2004.
- WWF, *Pérdida y deterioro de los bosques en la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca 2005-2006*, informe de WWF-Programa México, en <www.wwf.org.mx>, México, D.F., 2006.
- Zalucki, M. P. y L. P. Brower, "Survival of first instar larvae of *Danaus plexippus* (Lepidoptera: Danainae) in relation to cardiac glycoside and latex content of *Asclepias humistrata* (Asclepiadaceae)", *Chemoecology*, 3, 1992, pp. 81-93.
- Zalucki, M. P., A. R. Clarke y S. B. Malcolm, "Ecology and behavior of first instar larval Lepidoptera", *Annu. Rev. Entomol.*, 47, 2002, pp. 361-393.
- Zalucki, M. P. y S. B. Malcolm, "Plant latex and first instar monarch larval growth and survival on three North American milkweed species", *J. Chem. Ecol.*, 25, 1999, pp. 1827-1842.
- Zhu, H. I. Sauman, Q. Yuan, A. Casselman, M. Emery-Le y S. Reppert, "Cryptochromes define a novel circadian clock mechanism in monarch butterflies that may underlie sun compass navigation", *PLoS Biol* 6(1): e4. doi:10.1371/journal.pbio.0060004, 2008.

14 SIGLAS Y ACRÓNIMOS

CCA	Comisión para la Cooperación Ambiental
Cofom	Comisión Forestal del Estado de Michoacán
Conafor	Comisión Nacional Forestal
Conanp	Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (dependiente de Semarnat)
CWS	Servicio de Vida Silvestre de Canadá (<i>Canadian Wildlife Service</i>)
FMCN	Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza
GTCB	Grupo de Trabajo para la Conservación de la Biodiversidad (CCA)
IPN	Instituto Politécnico Nacional
NAPPC	Campaña para la Protección de los Polinizadores en América del Norte (<i>North American Pollinator Protection Campaign</i>)
NDDB	Base de Datos sobre la Diversidad Natural del Departamento de Pesca y Caza de California (<i>Natural Diversity Data Base, California Department of Fish and Game</i>)
ONG	Organización no gubernamental (término general para muchas organizaciones sin fines de lucro)
OP	Servicio de Parques de Ontario (<i>Ontario Parks</i>)
PCA	Departamento de Parques de Canadá (<i>Parks Canada Agency</i>)
Probosque	Protectora de Bosques del Estado de México
Profepa	Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (dependiente de Semarnat)
RBMM	Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca
SARA	Ley de Especies en Riesgo de Canadá (<i>Species at Risk Act</i>)
Semarnat	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
TPWD	Departamento de Parques y Vida Silvestre del Estado de Texas (<i>Texas Parks and Wildlife Department</i>)
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
UNAM	Universidad Nacional Autónoma de México
USAID	Agencia para el Desarrollo Internacional de Estados Unidos (<i>US Agency for International Development</i>)
USFS	Servicio Forestal de Estados Unidos (<i>US Forest Service</i>)
USFWS	Servicio de Pesca y Vida Silvestre de Estados Unidos (<i>US Fish and Wildlife Service</i>)
USNPS	Servicio Nacional de Parques de Estados Unidos (<i>US National Park Service</i>)
WWF	Fondo Mundial para la Conservación de la Naturaleza (<i>World Wildlife Fund</i>)

Credits / Créditos / Photos

pp. 11/62/116: 1 © Barbara Powers – 2 © Karen Oberhauser
3 © Bruce Leventhal – 4 © Bruce Leventhal
pp. 12 (top)/62 (abajo)/116 (en bas): © Omar Vidal
pp. 12 (middle)/63 (arriba)/117 (en haut): © Michelle Solensky
pp. 12 (bottom)/63 (en medio)/117 (au centre): © Karen Oberhauser
pp. 13/63 (bajo)/117 (en bas): © Jim Gallion
pp. 14 (margin top)/65 (margen, abajo)/119 (marge en haut): © Monarch Larva Monitoring Project
pp. 14 (margin middle)/65 (margen, en medio)/119 (marge au centre): © Karen Oberhauser
pp. 14 (margin bottom)/65 (margen, abajo)/119 (marge en bas): © Karen Oberhauser
pp. 14 (bottom)/65/119 (en bas): © Steve Malcolm
pp. 18/68/122: © Reba Batalden
pp. 19/71/125: © Reba Batalden
pp. 20/72/126: © WWF-México
pp. 21/73/127: © Monarch Larva Monitoring Project
pp. 24/76/130: © Monarch Larva Monitoring Project
pp. 25/77/131: © WWF-México
pp. 27/79/133: © Mary Holland

Printed in Canada
on Rolland Enviro100
paper containing
100% post-consumer
fiber and produced
using biogas energy.
This paper is certified
EcoLogo, Processed
Chlorine Free and
FSC recycled.

Impreso en Canadá en papel
Rolland Enviro 100 compuesto
en su totalidad con fibras
recicladas posconsumo,
procesadas sin cloro, y fabricado
con energía a base de biogás.
Este papel reciclado cuenta
con certificación de EcoLogo y
el Consejo de Manejo Forestal
(FSC, por sus siglas en inglés).

Imprimé au Canada sur du
papier Rolland Enviro100
contenant 100% de fibres
postconsommation et
fabriqué à partir d'énergie
biogaz. Ce papier est
certifié Éco-Logo, Procédé
sans chlore et FSC Recyclé.



Recycled
Supporting responsible use
of forest resources
www.fsc.org Cert no. SGS-COC-2332



This North American Monarch Conservation Plan offers a list of key trinational collaborative conservation actions, priorities and targets to be considered for adoption by the three countries. The actions identified address the following main objectives: (1) decrease or eliminate deforestation in the overwintering habitat; (2) address threats of habitat loss and degradation in the flyway; (3) address threats of loss, fragmentation and modification of breeding habitat; (4) develop innovative enabling approaches that promote sustainable livelihoods for the local population; and (5) monitor monarchs throughout the flyway. The adoption of measures to address these objectives will help conserve the monarch and its habitats for future generations.

WWW.CEC.ORG/MONARCH

Este plan de América del Norte para la conservación de la mariposa monarca ofrece una lista de las principales acciones, prioridades y objetivos de conservación conjuntos que los tres países deben considerar para su adopción. Las acciones identificadas abordan los siguientes objetivos principales: 1) reducir o eliminar la deforestación en el hábitat de invernación; 2) atender las amenazas de pérdida y degradación de hábitats en la ruta migratoria; 3) atender las amenazas de pérdida, fragmentación y modificación del hábitat de reproducción; 4) desarrollar enfoques e instrumentos innovadores para fomentar modos de vida sustentables entre la población local, y 5) monitorear a las monarca a lo largo de su ruta migratoria. La adopción de medidas a fin de cumplir con estos objetivos ayudará a conservar a la monarca y sus hábitats para futuras generaciones.

WWW.CEC.ORG/MONARCA

Ce plan nord-américain de conservation du monarque propose une série de mesures, de priorités et d'objectifs clés en matière de conservation qui pourraient faire l'objet d'une action concertée des trois pays. Les mesures énoncées visent les principaux objectifs suivants: 1) réduire ou éliminer le déboisement dans les aires d'hivernage; 2) lutter contre les menaces de perte et de dégradation des habitats le long de la voie migratoire; 3) lutter contre les menaces de perte, fragmentation et modification des habitats de reproduction; 4) élaborer des approches habilitantes innovatrices qui favoriseront des modes de subsistance durables pour les populations locales; 5) assurer une surveillance du monarque dans l'ensemble de la voie migratoire. L'adoption de mesures permettant d'atteindre ces objectifs contribuera à la préservation du monarque et de ses habitats pour les générations futures.

WWW.CEC.ORG/MONARQUE

