

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**

2

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

52

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

106

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



North American Monarch Conservation Plan



MONARCH BUTTERFLY

Danaus plexippus

TABLE OF CONTENTS

PREFACE	5
1 EXECUTIVE SUMMARY	9
2 BACKGROUND	10
2 DESCRIPTION OF SPECIES	11
3.1 Adults	11
3.2 Eggs	12
3.3 Larvae	12
3.4 Pupae	13
4 HOST PLANTS: MILKWEED	13
5 THE MONARCH BUTTERFLY'S ANNUAL LIFE CYCLE	15
5.1 Migration	15
5.2 Overwintering	16
6 WORLD-WIDE DISTRIBUTION	19
7 DISCOVERY OF THE OVERWINTERING SITES	19
8 CURRENT STATUS AND CONDITION	20
8.1 Eastern Populations	20
8.2 Western Populations	23
9 CURRENT FACTORS CAUSING LOSS OR DECLINE	23
9.1 Breeding Habitat Loss and Degradation	23
9.2 Wintering Habitat Loss and Degradation	24
9.3 Disease and Parasites	26
9.4 Climate Change	27
9.5 Pesticide Use	27
10 LEGAL STATUS, MANAGEMENT AND ACTION	28
10.1 International	28
10.2 Canada	31
10.3 United States	31
10.4 Mexico	32
11 PUBLIC AND COMMERCIAL PERCEPTION AND ATTITUDES	35
12 TRINATIONAL CONSERVATION: GOALS, OBJECTIVES AND TARGET ACTIONS	36
12.1 Specific Objectives of the Monarch Conservation Plan	36
12.2 Table of Specific Actions	38
13 REFERENCES	43
14 APPENDIX: LIST OF ACRONYMS	51

MONARCH FACT SHEET

■ Common name:	Monarch Butterfly
■ Scientific name:	<i>Danaus plexippus</i>
■ Status:	Not an endangered species – IUCN recognizes the monarch migration as an endangered phenomenon.
■ Description:	<ul style="list-style-type: none">• Large nymphalid butterfly (wingspan of 9–10 cm)• Warning coloration: orange and black• Toxic to most vertebrates with cardiac glycosides obtained from milkweed (<i>Asclepias</i> spp.)• Sexually dimorphic. Black veins are thicker on the female's wings and the male has small pouches on its hind wings where it stores pheromones.• Large populations spend the summer in temperate regions and migrate south to Mexico to spend the winter. There are small resident populations in Mexico.• The monarch butterfly is a species with tropical origins.
■ Habitat:	<ul style="list-style-type: none">• Temperate to tropical regions• Anywhere milkweed grows• Fir, pine, oak and cedar forests during hibernation• Secondary vegetation• Disturbed habitats like roadsides and the surroundings of agricultural fields
■ Range:	<ul style="list-style-type: none">• In America: southern Canada to Central and South America• In North America: at least three populations (Eastern, Western, and Mexican residents)• Western population from British Columbia to California• Eastern population from southern Canada and eastern United States (east of the Rockies) to central Mexico (Michoacán and the State of México). Some butterflies continue migration through Florida to the Caribbean• Mexican resident population (scattered throughout Mexico)• Through introductions in the 19th century, monarchs colonized sites in Australia, Indonesia, the Canary Islands and Spain
■ Migration:	Western population: Monarchs migrate in the fall from British Columbia, Washington, Oregon and other western states to roosting sites on the coast of California. Eastern population: Monarchs migrate south during the fall from southeastern Canada and the eastern United States to their wintering sites in central Mexico, and re-colonize their breeding range in Texas in the spring. During hibernation they concentrate in very small areas.
■ Life stages:	Egg – Larva, caterpillar – Pupa, chrysalis – Adult, imago
■ Diet:	Larvae feed only on leaves of milkweed (<i>Asclepias</i> spp). In this, they are strict specialists. Adults are generalists that feed on a wide variety of flowers, flower nectar and water.
■ Life span:	Adult life span varies from less than a month to nine months. Adults from spring and summer cohorts live about four weeks. However, the migratory generation can live up to nine months (Methuselah generation) and carry out the two-way trip. The boreal limits of the monarch distribution are reached by the second or third generation.
■ Impacts and Threats:	<ul style="list-style-type: none">• Habitat destruction and fragmentation throughout the flyway, especially in overwintering and breeding sites• Habitat loss through urbanization• Use of toxic agrochemicals• Reduction of milkweed populations• Genetically modified organisms (GMOs), like soybeans, that tolerate herbicides (<i>Asclepias</i> does not)• Parasites (viruses, bacteria and protozoa)• Climate change• Lack of information/lack of environmental education

PREFACE

The 1994 *North American Agreement on Environmental Cooperation*, establishing the Commission for Environmental Cooperation (CEC), expresses the commitment of Canada, Mexico and the United States to increase cooperation to better conserve, protect and enhance the environment, including wild flora and fauna. The CEC's 2003 *Strategic Plan for North American Cooperation in the Conservation of Biodiversity* strengthens this commitment with an integrated perspective for conservation and sustainable use of biological resources. This North American Monarch Conservation Plan (NAMCP) is part of the effort to support and complement existing initiatives to maintain healthy monarch populations and habitats throughout the migration flyway.

The monarch butterfly: An opportunity for continental success

Following Dr. Fred Urquhart's identification of the wintering location of the monarch butterfly in the volcanic mountains of south-central Mexico more than 30 years ago, the phenomenon of their astonishing migratory journey became well known. This fragile, amazing creature, known to every child, became a sort of trilateral emissary—representative of our common natural heritage and, consequently, of our shared responsibility to protect that heritage.

Each country in North America contains some combination of habitats in which monarchs breed, migrate and overwinter, and at each of these stages they require different resources. Any weak link in the chain of habitats threatens the integrity of the entire migratory phenomenon. And, just as these habitats differ, the socioeconomic and cultural characteristics of the places vary too, requiring different but complementary strategies. Recognizing our shared responsibility and differences, this trilateral initiative is intended to enhance—through coordinated action—the effectiveness of conservation measures undertaken in each country to conserve this rare phenomenon.

Ensuring conservation: Promoting sustainable local livelihoods

As with many endangered species and natural phenomena, the monarch faces different threats throughout its migratory flyway, ranging from the disappearance of overwintering habitat, predation, to the impact of herbicides and insecticides in their breeding range. Each of these stressors presents itself in different economic, social and institutional contexts. This monarch conservation plan acknowledges that in order to be successful and enduring, it must thus address some of the local socio-economic challenges and incorporate innovative approaches to promote sustainable local livelihoods.

The North American Monarch Conservation Plan

On 27 June 2007, the CEC Council instructed the Secretariat, to support the existing multi-stakeholder, collaborative effort to develop a North American Monarch Conservation Plan, with the aim of maintaining healthy monarch populations and habitats throughout the migration flyway supported by a Trilateral Monarch Butterfly Sister Area Network and local community involvement. As a result, the CEC hosted a trinational workshop in Morelia, Michoacán, in December 2007, and obtained input from an extensive list of experts from diverse backgrounds from Canada, Mexico and the United States.

The preparation of this conservation plan has benefited from the valuable contributions and in-depth review of an extensive list of experts from diverse backgrounds from Canada, Mexico and the United States.

This plan provides an updated account of the species and its current situation, identifies the main risk factors affecting it and its habitat throughout the flyway, and summarizes the current conservation actions taken in each country. Against this background, it 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.

Acknowledgments

There is a long history of research and cooperation among government agencies, nongovernmental organizations, the public, and the scientific community to promote monarch conservation. This plan would not be possible without their dedicated efforts.

We owe an enormous debt of gratitude to the participants and experts who provided their wisdom and knowledge through participation in the various meetings and workshops (listed below) that led to the development of this plan. We thank the agencies and organizations who co-hosted workshops and meetings.

We are especially grateful to Karen Oberhauser, from the University of Minnesota and the Monarch Butterfly Sanctuary, for her role as coordinator and principal author of the NAMCP. Co-authors include 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 and Ali Wilson. Peer reviewers of subsequent drafts were Lincoln P. Brower, Exequiel Ezcurra, Scott Hoffman Black, Jürgen Hoth, Fiona Hunter, Felix Sperling and Orley Taylor Jr. We also take this opportunity to acknowledge the leadership and contribution of Conanp, in particular, the staff of the Monarch Butterfly Biosphere Reserve (MBBR).

We would like to thank the CEC's Biodiversity Conservation Working Group (BCWG) for their support for this initiative. We also acknowledge the individuals and organizations who contributed data and analyses, as well as all those—too numerous to name—to whom we owe a huge debt for their support and cooperation. Grateful thanks go to Karen Schmidt, Jeffrey Stoub, Johanne David, Jacqueline Fortson and Douglas Kirk, of the CEC, who greatly helped the development and preparation of this plan, which was coordinated by Hans Herrmann, CEC Senior Program Manager, Biodiversity.

CEC's Trinational Experts Workshop: Developing a North American Monarch Butterfly Conservation Plan, Morelia, Michoacán, 5–7 December 2007

The Trinational Experts Workshop was organized by the Secretariat at the direction of the CEC Council through Resolution 07-09, *Trinational cooperation to conserve the monarch butterfly and promote sustainable local livelihoods*, to build upon the multi-stakeholder, collaborative NAMCP initiative launched at the 2006 Monarch Flyway Conservation Workshop.

Participants: 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 Patiño, Irene Pisanty Baruch, Héctor Quintanilla Heredia, Oscar 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 Houseal (facilitator), Hans Hermann, Karen Schmidt.

Monarch Flyway Conservation Workshop, Mission, Texas, 6–7 December 2006

The initiative to prepare an NAMCP was launched at the December 2006 Monarch Flyway Conservation Workshop in Mission, Texas. The workshop was sponsored by the US Forest Service (USFS)—International Programs; US Aid for International Development (USAID); Texas Parks and Wildlife Department (TPWD); the Wildlife Trust; and City of McAllen, Texas. The workshop was attended by representatives of agencies, academia, and NGOs from the three countries.

Participants: 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, Tiburcio Ybarra Caballero.

Workshop participants selected three representatives from each country to serve on a planning committee. The NAMCP Committee met twice to develop plan objectives and action items.

- **NAMCP Committee at 4th Monarch Butterfly Regional Forum (Foro Monarca), Morelia, Michoacán, 14–16 March 2007:** María Araujo, Jean Lauriault, Carlos Galindo Leal, Concepción Miguel Martínez, Karen Oberhauser, Juan José Reyes Rodríguez.
- **NAMCP Committee at XII Meeting of the Canada/Mexico/US Trilateral Committee for Wildlife & Ecosystem Conservation and Management, Quebec City, Quebec, 13 May 2007:** María Araujo, Donita Cotter, Donald Davis, María Pía Gallina Tessaro, Margee Haines, Karen Oberhauser, Irene Pisanty, Eduardo Rendón Salinas, Juan José Reyes Rodríguez, Mary Rothfels.

Trilateral Monarch Butterfly Sister Protected Area Workshop, Morelia, Michoacán, 27–30 March 2006

The initiative to establish a network of sister protected areas to collaborate on monarch conservation projects and seek CEC funding for a handbook of standardized monitoring protocols was launched at this workshop hosted by Mexico's National Commission of Natural Protected Areas (Conanp), the US Fish and Wildlife Service-National Wildlife Refuge System, and the Canadian Wildlife Service (CWS).

Participants: 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, André 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 and Héctor Zepeda.

We trust the NAMCP will serve to enhance cooperation and networking among diverse sectors of society working on the well-being of the monarch and its habitats across North America.

1 EXECUTIVE SUMMARY

The monarch butterfly (*Danaus plexippus* L.) may be the most well-known butterfly in the world. The migrations of monarch butterflies in North America to overwintering sites in Mexico and California are among the most spectacular and unusual of the world's natural events. However, habitat loss and degradation pose threats to both the eastern and western migratory populations of North American monarchs throughout their annual cycle of breeding, migrating and overwintering. The decline of the migratory phenomenon is certain unless these threats are addressed.

Monarchs depend upon a wide range of habitats in Canada, the United States and Mexico, thus conservation of their migratory phenomenon requires trilateral cooperation. The North American Monarch Conservation Plan (NAMCP) is intended to provide a long-term cooperative agenda for conservation of the monarch butterfly.

This document summarizes evidence of the rate of habitat loss during each stage of the monarch's annual cycle. The relatively small size of the wintering sites make the loss of these habitats, from commercial and subsistence-scale timber harvesting in Mexico and commercial and municipal development in California, of the most immediate concern. Recent analyses of the overwintering area document an accumulated disturbance of a fifth of the forested land in the Monarch Butterfly Biosphere Reserve (MBBR) in Mexico from 1986 to 2006. Changing farm practices and suburbanization of agricultural land in the United States are resulting in losses of approximately 876,000 hectares/year of land that can support the host plants and nectar sources required for monarch reproduction and migration.

Habitat conservation and restoration are absolutely necessary for monarch survival. Mexico, Canada and the United States must work together to ensure that: 1) sufficient suitable habitat is available on the overwintering grounds in the United States and Mexico for the populations to persist; and 2) sufficient breeding and migrating habitat is available in Canada, Mexico and the United States to maintain their current contribution to the overall North American population.

The NAMCP is divided into eleven sections. The initial seven sections provide an updated account of the species and its current situation. The eighth section identifies the main causes of loss or decline and puts in perspective the ensuing sections, related to current management actions taken in each country, as well as public perception of the species. Against this background, the last section offers a list of key trilateral collaborative conservation objectives and actions. The objectives which are of the most immediate importance and have the most potential for trilateral cooperation are as follows:

- Decrease or eliminate deforestation due to unsustainable logging and habitat conversion in the overwintering habitat. This objective must be accomplished through a combination of surveillance and enforcement of existing laws, prevention and mitigation actions, and support for alternative and sustainable forest management and economic practices.
- Address threats of habitat loss and degradation in the flyway. Effective flyway conservation requires immediate management actions. These actions must be supported by research and monitoring to identify the habitat types and locations that are most important to monarchs during their spring and autumn migrations, and by an understanding of how human activities affect the availability and suitability of these habitats.

Habitat conservation and restoration are absolutely necessary for monarch survival.

Although the species itself is not in danger of extinction, the North American migration is considered an endangered biological phenomenon due to threats to the monarch's habitats during its annual cycle of breeding, migrating and wintering.

- Address threats of loss, fragmentation, and modification of breeding habitat. Breeding habitat conservation will require better understanding of monarch host plants, including how land use practices affect the distribution and abundance of numerous milkweed (*Asclepias*) species. Land use practices that support monarch breeding should be encouraged among government agencies, private conservation organizations, and public and private landowners.
- Develop innovative enabling approaches. Incentives for conservation, such as payment for environmental services by the Monarch Butterfly Conservation Fund (within the *Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza*—FMCN) in the MBBR, could help to mitigate threats due to habitat loss. Cooperative trilateral actions, such as supporting and expanding the network of sister protected areas involved in monarch conservation will protect habitat, support environmental education, and reinforce monitoring efforts. Such efforts should be expanded and duplicated in other areas and by other organizations.
- Monitor monarch population distribution, abundance, and habitat quality, including water availability. Government and nongovernmental agencies should support the development and dissemination of a monitoring program, and a diagnosis of biological and socioeconomic drivers of monarch population dynamics. Coordinated monitoring throughout the monarch's annual cycle and open sharing of the data are key to understanding the status of the population and effectiveness of conservation actions.

2 BACKGROUND

Probably the world's most familiar butterfly, the monarch (*Danaus plexippus* L.) has been the focus of research on insect and host plant interactions, insect defenses, mimicry, migration, reproductive physiology, overwintering biology, habitat conservation, community management, ecotourism, and many other topics. This butterfly is best known for the incredible migration made by the eastern North American population, in which individuals fly from summer breeding grounds located as far north as southern Canada to their overwintering habitat in central Mexico. Although the species itself is not in danger of extinction, the North American migration is considered an endangered biological phenomenon due to threats to the monarch's habitats during its annual cycle of breeding, migrating and wintering. Because monarchs depend upon a wide range of habitats in Canada, the United States and Mexico, conservation of the migratory phenomenon requires trilateral cooperation.

3 DESCRIPTION OF SPECIES

Monarch butterflies are in the family *Nymphalidae*, sub-family *Danainae*. The monarch was named *Papilio plexippus* by Linnaeus in 1758 (Vane-Wright 2007). It is the type species of the genus *Danaus*, which was named by Kluk in 1780. While a recent catalogue of Latin American butterflies recognized six subspecies of *D. plexippus* (Lamas 2004), mitochondrial DNA sequences suggest that these groups are not genetically distinct (Brower and Jeansonne 2004) and at least one of the subspecies (*D. plexippus megalippe*) may mix in the Caribbean with migratory *D. plexippus plexippus*. Herein, we are concerned with the subspecies *Danaus plexippus plexippus* in Mexico, the United States and Canada.

3.1 Adults

The adult monarch is a relatively large butterfly, with a wingspan of approximately 9 to 11 cm. Its bright orange wings have black veins, and black edges that contain white spots along the margin. The underside of the wings is duller orange, so that when the wings are folded in rest, the butterflies appear camouflaged as they cluster or rest singly in trees or on other substrates. The species is sexually dimorphic; males are slightly larger than females and have a black spot on each hindwing consisting of androconial scales. Pheromone-producing androconial scales are used, in related species, to attract mates. However, most researchers agree that chemical communication plays a less significant role in monarch butterflies, compared with other species in the same genus. Females lack the androconial patch, have slightly more brown scales in the orange patches of their wings, and more black scales over the wing veins, making the veins appear wider.



Male and female adults

- 1 Female on black-eyed susan
- 2 Female abdomen showing abdominal slit
- 3 Male on zinnias
- 4 Male abdomen showing claspers



Viceroy
(*Limenitis archippus*)



Egg on *Asclepias syriaca*
(common milkweed)



Five larval instars and egg

There are color variants in adult monarchs, most notably a variation (*nivosus*) in which the orange is replaced with white (Stimson and Meyers 1984). This color variation is caused by a single recessive gene, and has been found throughout the world, including Australia, New Zealand, Indonesia and the United States. It is extremely rare everywhere but Hawaii, where it sometimes comprises up to 10% of the population (Stimson and Berman 1990, Vane-Wright 1986).

Monarch adults are sometimes confused with related butterfly species, including *D. gilippus* (the queen butterfly), *D. eresimus* (the soldier butterfly) and *D. erippus* (the South American monarch), and with *Limenitis archippus* (the North American viceroy butterfly).

Migratory North American monarchs undergo several generations per year. The summer generation adults live between two and five weeks. The late generation adults migrate, then overwinter at sites in central Mexico and California. These overwintering individuals live seven to nine months, without breeding and laying eggs until the following spring as they re-migrate toward their spring and summer breeding ranges.

3.2 Eggs

Monarch eggs are conical, with a flat base. They are approximately 1.2 millimeters (mm) tall by 0.9 mm in diameter at the widest point, and are a pale, yellow-cream color, with ridges running from the tip to the base. Monarchs only lay their eggs on milkweed plants. Adult females lay eggs singly, secreting a glue-like substance that adheres the egg to a milkweed plant. Wild females probably lay from 300 to 400 eggs over the course of their lifetime, although captive females can lay, on average, approximately 700 eggs in two to five weeks (Oberhauser 2004). The larvae emerge in three to five days, with shorter development times corresponding to warmer temperatures.

3.3 Larvae

Monarch larvae (caterpillars) are white with black and yellow stripes and have two pairs of black filaments, on larval segments 2 and 11. Larvae undergo five instars (intervals between molts) over a period of nine to 13 days. While the bright color patterns on monarch larvae probably represent aposematic, or warning, coloration, monarchs in the egg and larval stages nonetheless suffer high rates of predation from invertebrate predators. Several studies have documented mortality rates of over 90% during these stages (reviewed in Zalucki et al. 2002, Prysby 2004). It appears that the chemical defense gained from ingesting toxic milkweed cardenolides (see Host Plants: Milkweed section, below) is more effective against vertebrate predators, although Rayor (2004) documented a preference by wasp predators for larvae that had fed on milkweed species having lower cardenolide levels.

Once fifth instar larvae are fully grown, they leave their milkweed host plant to search for an elevated and usually well-hidden pupation site.

3.4 Pupae

Monarch pupae (chrysalids) are about 3 centimeters (cm) long and are bright turquoise-green, with gold spots. These metallic-appearing spots are typical of the *Danainae*, and are caused by alternating dense and clear layers in the endocuticle (a layer in the exoskeleton). These layers reflect and transmit light differently, and cause constructive interference of light, making them look like shiny metal.

The pupa stage lasts nine to 15 days under normal summer conditions. This is the least-studied stage of monarchs, due to the difficulty in finding pupae in the wild. This difficulty suggests that monarch pupae are cryptically colored, as opposed to the aposematic (bright warning) coloration exhibited by adults. On the last day as a pupa, the orange, black, and white patterns of the adult wings become visible through the pupal covering.



Pupae

4 HOST PLANTS: MILKWEED

Monarch larvae are obligate herbivores of milkweeds and are likely to feed on any of the approximately 115 species in the genus *Asclepias* in North America and the Caribbean (Malcolm et al. 1992, Malcolm 1994). This genus of perennial plants, with over 140 species world-wide, was also named, like the monarch, by Linnaeus. He named milkweeds after Asklepios, the Greek god of healing, because of their many folk-medicinal uses. Monarchs also feed on milkweed vines in the genera *Sarcostemma*, *Cynanchum* and *Matelea* (Ackery and Vane-Wright 1984). Until recently, these three genera and *Asclepias* were included in the family *Asclepiadaceae*, but the family is now treated as a subfamily in the dogbane family, *Apocynaceae*. In addition to being the larval food source for monarchs, their close relatives, and several other specialist insects, milkweeds are important nectar sources for many insects.

Milkweed is named for its milky sap, which contains alkaloids and other complex compounds, including cardenolides. In Spanish, milkweed is known as *venenillo* (small poison) and *algodoncillo* (small cotton), due to the toxic nature of the plant and the appearance of the seeds. The milky sap, or latex, confers both mechanical and chemical defenses against potential herbivores (Malcolm et al. 1992, Malcolm 1994), but monarch larvae show a range of feeding behaviors that circumvent these latex defenses (Dussourd and Eisner 1987, Dussourd 1993, Zalucki and Brower 1992, Zalucki and Malcolm 1999).

Cardenolides are a type of steroid-glycoside that include digitoxin; they induce nausea, vomiting, diarrhea, and cardiac arrhythmias in vertebrates. As larvae feed on milkweed, they sequester cardenolides for use as a chemical defense against natural enemies (Brower 1984). Cardenolide levels vary both within and between milkweed species and are inducible by damage or herbivore feeding (Malcolm and Zalucki 1996). While monarch feeding on many milkweed species has been documented, our knowledge of how monarch survival is affected by the female's choice of host plants is incomplete.



Asclepias curassavica
(tropical milkweed)



Asclepias syriaca
(common milkweed)



Close-up of common milkweed
blossoms

Milkweed grows in a variety of disturbed and undisturbed environments, including farmlands, along roadsides and in ditches, open wetlands, dry sandy areas, short- and tall-grass prairie, agricultural areas, river banks, irrigation ditches, and arid valleys. Many species, especially *Asclepias incarnata* (swamp milkweed), *Asclepias curassavica*, (tropical milkweed, or bloodflower) and *Asclepias tuberosa* (butterfly weed), are often planted in gardens.

Livestock pastures can also represent significant milkweed habitat for monarchs. Some milkweeds are toxic to livestock (Malcolm 1991), especially if they are included in harvested livestock feed. However, the bitter taste of cardenolides in milkweeds may deter livestock sufficiently that milkweeds are not a serious problem when growing wild in pastures. Thus it is common to see extensive milkweed growth in pastures throughout North America, and these plants may be an important food resource for monarchs.

Woodson (1954) provides a good background on the distribution of milkweed species in the United States and Canada, but less is known about their distribution in Mexico. The most widely-used monarch host plant in the northern United States and Canada is the common milkweed, *Asclepias syriaca* (Malcolm et al. 1989), which thrives in disturbed areas and has probably been particularly successful following the development of agriculture in the grasslands and former forests in the central and northeastern United States and southeastern Canada (Malcolm et al. 1989, Vane-Wright 1993, Brower 1995). Because it thrives in disturbed habitats, natural plant succession affects common milkweed distribution and abundance. *Asclepias viridis*, *Asclepias asperula* and *Asclepias oenotheroides* are important host plants in the southern United States. *Asclepias curassavica* is probably the most important host species in Mexico, but Montesinos (2003) reports also finding eggs and larvae on *Asclepias glaucescens* in the state of Michoacán.

Milkweed pollination is accomplished in an unusual manner. The pollen is contained in structures called *pollinia* (pollen sacs), rather than occurring as free grains as is the case for pollen in the rest of the *Apocynaceae*. Pollinia attach to hairs or bristles on the feet or heads of visiting insects, and are carried to the receptive surfaces of other milkweeds. The most effective milkweed pollinators are large wasps, although bees, moths and butterflies can also carry the pollen from plant to plant. Of those milkweeds that have been studied, the majority are self-incompatible, which means that they must receive pollen from other milkweeds of the same species to produce viable seeds.

Asclepias syriaca and its close relative, *Asclepias speciosa*, have a peculiar root system that ramifies underground, and can cover thousands of meters. It is possible that a single plant (known as a genet) can form hundreds, and possibly even thousands of stems (known as ramets) that are genetically identical.



Underground root-like stems of
an *Asclepias syriaca* genet in
Michigan. The vertical stakes are
0.5m apart and soil was washed
away with water.

5 THE MONARCH BUTTERFLY'S ANNUAL LIFE CYCLE

North American monarchs form two fairly distinct populations. The western migratory population breeds in the western United States and Canada, and winters near the California coast. The eastern migratory population breeds in the central and eastern United States and in southern Canada, and winters in central Mexico (in the eastern part of the state of Michoacán and western part of the state of México). The monarchs that spend the winter in the mountains of central Mexico or eucalyptus groves of coastal California are the final generation of a cycle that begins anew each year. Most of the butterflies in this final generation begin their lives as larvae in the northern United States or southern Canada, and then migrate up to thousands of kilometers to specific overwintering sites. After spending several months at these sites, they fly north and east, starting the cycle again.

Butterflies that are part of the eastern population lay eggs in northern Mexico and the southern United States. These eggs become the adults that re-colonize the northern part of the breeding range (Malcolm et al. 1987, 1993), and the population undergoes two more breeding generations. Only the final generation of the year migrates to Mexico in the fall. The behavior of the western population is similar, although the generation that overwinters probably re-colonizes most of the summer range, with subsequent generations increasing in numbers over the summer. Spring and summer adults live about a month, and those that migrate and overwinter live up to seven to nine months.

5.1 Migration

Although they live in temperate regions during the summer, monarch butterflies, like other *Danainae*, are essentially a tropical species. Unlike other temperate insects, no life stage of the monarch butterfly can survive temperate-zone winters. Every autumn, North American monarchs undergo a southward migration to winter roosting sites, and re-colonize their breeding range the following spring. The monarch is the only butterfly to make such a long, two-way migration, with most of those in the east flying over 2500 kilometers (km) to reach their winter destination. Migratory individuals are typically in reproductive diapause, a state of suspended reproductive development that is controlled by neural and hormonal changes (Herman 1981) triggered by environmental changes, including decreasing day length, increasingly cooler nights, and, perhaps, host plant senescence (Goehring and Oberhauser 2002). Since the discovery of the wintering sites in Mexico by the scientific community in 1975 (Urquhart 1976), researchers have struggled to understand the cues that cause monarchs to begin their migration, the mechanisms they use to orient and find the overwintering sites and the patterns of fall and spring flights (Solensky 2004, Zhu et al. 2008).

Monarch migration appears to be a fairly flexible behavior that changes in response to new environments. For example, Australian monarchs sometimes exhibit seasonal movement, moving from inland to coastal areas in a north to northeasterly direction during the fall and winter (James 1993). Hawaiian, Caribbean, Mexican and South American populations do not migrate. Because the most spectacular monarch migrations occur in the eastern North American population, much of the research on monarch migration has focused on this population. These butterflies fly from their summer breeding range, which spans more than 100 million hectares (ha), to winter roosts that cover less than 20 ha, often to the same forest sites, year after year.

Although they live in temperate regions during the summer, monarch butterflies, like other Danainae, are essentially a tropical species.

Overwintering monarchs form dense clusters on the branches and trunks of trees, and large aggregations of butterflies in a discrete area are called a colony.

Nectar sources are vital to monarchs during their fall migration, when they need carbohydrates to fuel their flight and to convert to the lipid reserves or fat that supports them during the winter (Brower 1985, Masters et al. 1988, Gibo and McCurdy 1993, Brower et al. 2006). A variety of flowering plants are used during the fall migration; of particular note are goldenrods (*Solidago* spp.), asters (*Aster* spp.), and gayfeathers (*Liatris* spp.) in the north, and frostweed (*Verbesina virginica*) in Texas. Blooming clover, sunflower and alfalfa fields can also host thousands of monarchs (K. Oberhauser, E. Howard, personal observation).

While it has often been assumed that the eastern and western North American populations are strictly separated by the Rocky Mountains, recent evidence suggests that some western monarchs move south and southeast, entering the Mexican state of Sonora from Arizona (Pyle 2000, Brower and Pyle 2004). It is possible that some degree of genetic interchange occurs in Mexico and within the Rocky Mountains during the breeding season, preventing complete separation of the two populations.

5.2 Overwintering

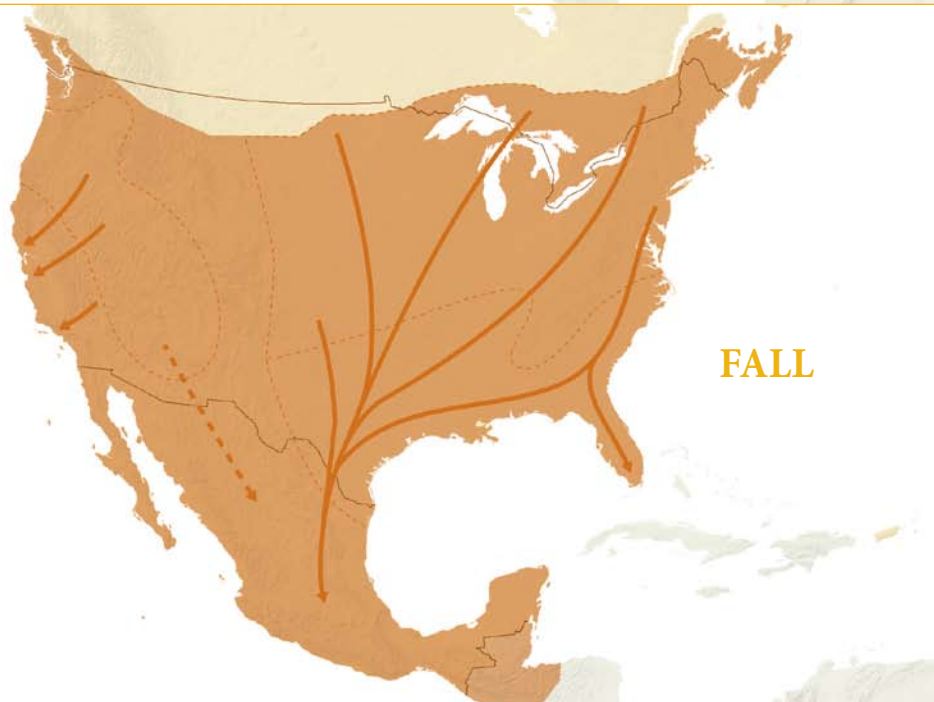
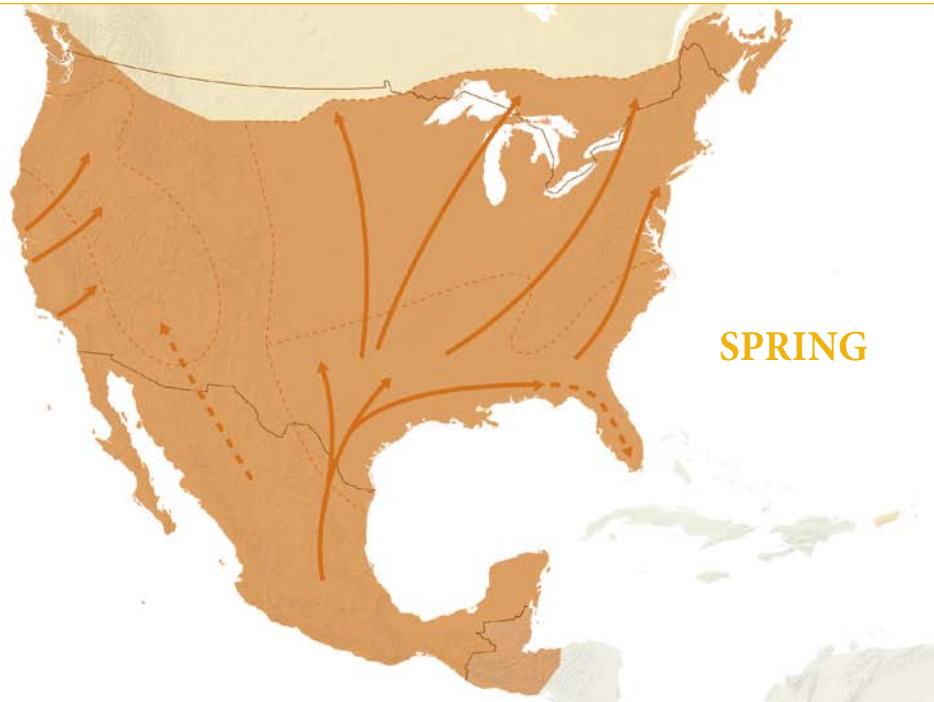
5.2.1 Mexico

The eastern monarchs spend the winter in a temperate mountain ecosystem in Mexico dominated by oyamel firs (*Abies religiosa*) (Brower 1995). Overwintering monarchs form dense clusters on the branches and trunks of trees, and large aggregations of butterflies in a discrete area are called a colony. Their colonies range in size from 0.5 to 5 ha, and occur on 12 different massifs (discreet mountainous masses) in the Transverse Neovolcanic Belt, a belt of volcanic mountain ranges and valleys extending across central Mexico (approximately 19° N and 100° W) (Calvert and Brower 1986, Slayback et al. 2007). The majority of the colonies are within the federally protected Monarch Butterfly Biosphere Reserve (MBBR), administered by the National Commission of Natural Protected Areas (Conanp).

The high altitude forests provide a cool microhabitat for monarchs, which results in a low metabolic rate and reduced activity for the butterflies, from mid-November to mid-March (Brower 1996). Overwintering colonies are spread over an area approximately 100 km x 100 km (Calvert and Brower 1986), but recent analyses show that the appropriate microclimatic conditions occur in approximately 562 km² of the entire 10,000 km²-region (Slayback et al. 2007). Within the suitable area, individuals sometimes settle on the same stands of trees as their predecessors did in the previous winter and, in other years, they may settle up to 1.5 km away (Slayback et al. 2007).

Although no formal scientific studies have been published on the importance of access to water by overwintering monarchs, there are many indications that access to moisture is of key importance. Monarchs form colonies at the heads of the streams, and as the dry season advances and the stream sources drop down the arroyos (valleys), the monarch colonies move down, presumably to avoid desiccation (Calvert and Brower 1986). Additionally, massive flights out of the colonies to drink at natural water sources occur regularly and with increasing frequency as the dry season advances. Literally millions of monarchs fly out of their colonies and alight along moist stream banks and water seeps where they drink. The butterflies also drink moisture that condenses as frost on the open llanos (meadow) vegetation. The guides at the tourist facility at the El Rosario colony have taken advantage of this fact, piping water from springs and spraying it over vegetation which is then visited by thousands of monarchs, to the delight of visiting tourists. Lincoln Brower (personal communication) notes that southwestern winds that blow across the volcanic plain often result in adiabatic condensation of clouds (changing in temperature without heat

Migratory Routes of the Monarch Butterfly



- Monarch butterfly habitat
- Migration direction
- - - Light migration
- · · Population zones

Source: Maps based on research by Lincoln Brower, Sonia Altizer, Michelle Solensky and Karen Oberhauser, with reference to maps of Journey North and Texas Monarch Watch

loss to or gain from the surrounding air) as the winds are forced up over the Chincua mountain range. Oyamel fir needles are often covered with moisture, and during adiabatic events, in a phenomenon known as “fog drip,” water drops fall from the trees onto the ground. This phenomenon is well known in the California redwood forests, where it accounts for a significant proportion of the entire ground water recharge.

5.2.2 California

Prior to European settlement, overwintering monarchs presumably used native forests along the California coast. Deforestation taking place in coastal California in the 19th century led to a decline in overwintering habitat for monarchs. Subsequently, pine forests were largely replaced by Eucalyptus trees, introduced in the 1850s for landscaping, as windbreaks, and for use as fuel (Lane 1993). Now, coastal California monarch wintering sites consist of wooded areas most often dominated by the non-native eucalyptus (*Eucalyptus* spp.), although monarchs also use the native Monterey pines (*Pinus radiata*), Monterey cypresses (*Cupressus macrocarpa*) and redwoods (*Sequoia sempervirens*) when these species are present. The sites are typically located in sheltered bays or farther inland, where they provide moderated microclimates and protection from strong winds. More than 300 different aggregation sites have been reported (Frey and Schaffner 2004, Leong et al. 2004), with high degrees of year-to-year fidelity to specific locations. As is true of the monarchs overwintering in Mexico, access to water, particularly early morning dew, appears to be important to winter survival.

5.2.3 Winter Breeding Populations

Small, non-migrating populations persist for most years in southern Florida (Knight et al. 1999, Altizer et al. 2000). It is likely that they are periodically extirpated, due to low temperatures, and receive an influx of migratory individuals from the eastern migratory population each fall (Knight et al. 1999). These individuals, as well as the monarchs of Cuba (Dockx 2007), probably do not represent a separate population. Resident populations have also been reported in Texas and other Gulf Coast states, and may be becoming more common (K. Oberhauser and R. Batalden personal observation). These populations are probably temporary, and may represent individuals from the migratory population that do not continue on to Mexico. Additional small, ephemeral populations are found during the winter along the southern Atlantic Coast and the Gulf Coast of the southern United States, but the source and breeding status of these populations are poorly understood.

Monarchs breed throughout the year in the Mexican states of Morelos, Guerrero, México, Oaxaca, Veracruz, San Luis Potosí, Chiapas, Michoacán, and Hidalgo (Montesinos 2003). Montesinos (2003) reports finding eggs and larvae on *Asclepias curassavica* in all of these locations, and on *Asclepias glaucescens* in Michoacán. The degree to which these local populations interbreed with the migratory butterflies is unknown.



6 WORLD-WIDE DISTRIBUTION

In the Americas, monarchs range from southern Canada south into northern and western South America. Central American, South American, and Antillean monarchs do not migrate, although those in Costa Rica move from lowland deciduous forests in the dry season to the rainforest (Haber 1993). During the 19th century, monarchs colonized islands throughout much of the Pacific and Atlantic Oceans, and now have well-established populations in Australia; parts of Micronesia, Madeira and the Canary Islands; and parts of Spain and Portugal (Vane-Wright 1993). It is likely that most of this movement is due to humans, but the mechanisms for monarch colonization of new areas are not documented. There are also anecdotal sightings of monarchs in other parts of Europe, including the United Kingdom, but these have not led to established populations.

7 DISCOVERY OF THE OVERWINTERING SITES

The means by which monarchs survived winter was a source of speculation for well over a century, and the discovery of the overwintering sites resulted from a trilateral effort. A thorough reconstruction of this speculation and the many researchers who attempted to understand the monarch's annual cycle is presented by Brower (1995). While monarchs were possibly seen migrating by one of Christopher Columbus's expeditions to eastern Mexico, the first official report of monarch migration was not until 1857, when D'Urban reported dark clouds of monarchs in the Mississippi Valley (Brower 1995). A complete understanding of the magnitude of the incredible migratory phenomenon was the result of an ingenious butterfly-tagging program started by Canadians Fred and Norah Urquhart in the 1930s. The Urquharts expanded this program by enlisting volunteer "research associates," in 1952. This army of volunteers, including school children, naturalists and adults, tagged thousands of butterflies over four decades. Over the years, documented tracking of individual butterflies suggested that monarchs from the northeastern and north-central parts of the United States and southeastern Canada overwintered somewhere in Mexico. In 1973, after reading an advertisement in a Mexican newspaper, Kenneth Brugger offered his help in finding the overwintering site. He and his wife, Catalina Aguado, searched for signs of monarchs, and on 2 January 1975, led by a local peasant, found millions of monarchs congregating in an oyamel fir forest in the mountains of eastern Michoacán (Urquhart 1976).

Scientists credit Mr. Brugger for discovering the oyamel forests in Mexico where hundreds of millions of monarch butterflies spend the winter. However, local residents already knew that millions of monarchs returned to their mountains every year, and had incorporated this phenomenon into their culture. The monarchs were known locally as *palomas* (doves), as well as *cosechadoras* (harvesters, since they arrive at the time of harvesting). Mazahuas and Otomies indigenous peoples also related the arrival of the butterflies to the "Day of the Dead" (*Día de muertos*),

Mexico overwintering site



believing that the butterflies were the souls of their ancestors. The Urquharts' tagging program and subsequent research provided local residents with the knowledge that the butterflies came from and returned to a huge and distant region, the entire eastern United States and southeastern Canada.

8 CURRENT STATUS AND CONDITION

8.1 Eastern Population

The eastern population is monitored in many locations, using many methods. Monitoring programs assess local densities of breeding monarchs throughout their breeding range, numbers of individual butterflies passing through migratory stop-over sites, and areas occupied on the winter range. Other programs assess the timing and location of fall and spring migratory movement. The fact that monarchs are spread over such a large area for most of their annual migratory cycle makes their population dynamics difficult to assess, and integrating information from so many different programs presents a scientific challenge that we are only beginning to address.

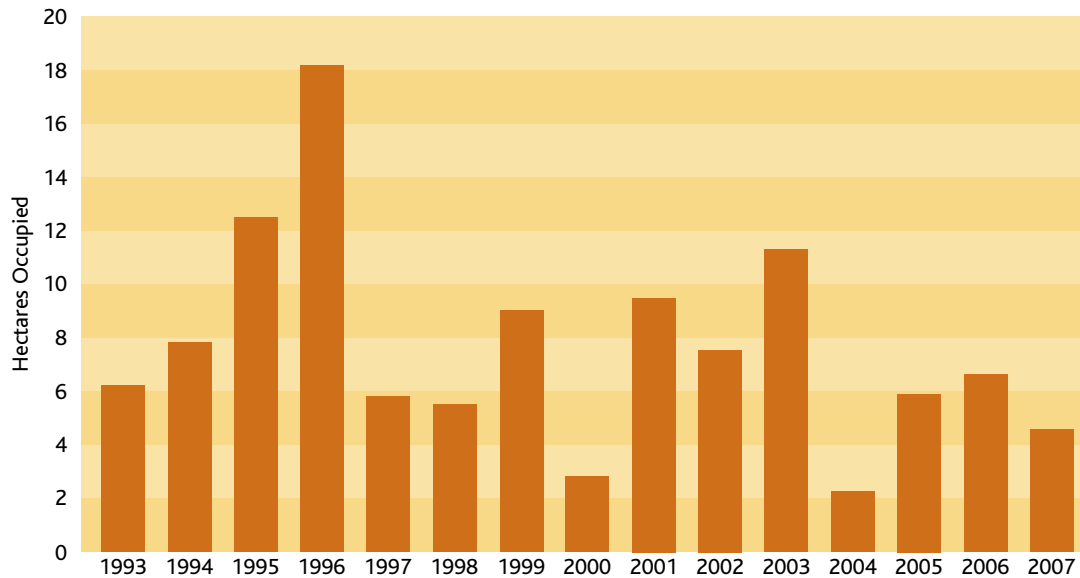
8.1.1 Winter Monitoring

The dense aggregations in known overwintering sites provide the only opportunity to measure the entire eastern migratory population at one time, and a variety of monitoring programs have provided data on the relative size of the population, numbers of colonies, and mortality from year to year. Since the early 1990s, Conanp personnel in the MBBR and staff of the World Wildlife Fund (WWF)–México have monitored the areas and locations occupied by monarchs throughout the wintering season, with the assistance of local residents (García-Serrano et al. 2004, Rendón-Salinas et al. 2007). Beginning in 2004, these monitoring activities have included biweekly measurements, from November to March (Rendón-Salinas and Galindo-Leal 2005; Rendón-Salinas et al. 2006a, 2006b).

Different methods have been used to indicate how occupied area translates to monarch numbers, including mark-release-recapture methods and estimates of the numbers of monarchs occupying trees of different sizes (reviewed by Calvert 2004). Density estimates range from about 7 to 60 million monarchs per hectare, and Brower et al. (2004) showed that early estimates of 10 million monarchs per hectare probably grossly underestimated actual numbers. The wide range of estimates suggests that monarch densities are not consistent among colonies, years and seasons, but the area occupied by monarchs is used as a very rough estimate of population size. Such data are available for most years from 1976 to the present, although the degree to which all colonies were found and measured varies considerably.

*WWF monitoring team
using tape measure to measure
colony size*





8.1.2 Breeding Population Monitoring

Two long-term monitoring programs with broad geographic ranges have focused on the breeding stage of the monarch annual cycle, the Monarch Larva Monitoring Project (MLMP) and the North American Butterfly Association's (NABA) Fourth of July Butterfly Count (Oberhauser 2007). The MLMP (www.mlmp.org) is a citizen science project developed by researchers at the University of Minnesota that engages volunteer monitors in weekly surveys of immature monarchs on milkweed plants throughout the breeding range. Volunteers provide weekly estimates of monarch egg and larval densities in their monitoring sites. While this program covers the monarch breeding range fairly completely, densities are reported on a per plant basis. This method is easy for volunteers to carry out, but the translation of per-plant density into overall numbers suffers some of the same problems as using area occupied to indicate the size of the overwintering population.

Volunteers participating in the NABA annual Fourth of July Butterfly Count monitor summer populations of many adult butterflies, including monarchs (Swengel 1995). During this annual count, volunteers select an area 24 km in diameter and conduct a one-day census of all butterflies sighted within that circle. The counts are usually held within a few weeks of 4 July in the United States, 1 July in Canada and 16 September in Mexico. Like the MLMP, the Fourth of July Counts cover a broad geographic range. However, the count at any given location is conducted on a single day each summer, and may miss monarch population peaks.

8.1.3 Migration Monitoring

Several programs monitor the size, timing and location of autumn monarch migrations at specific locations. The longest-running project has been conducted in Cape May New Jersey since 1992 by Dick Walton and collaborators (Walton and Brower 1996, Walton et al. 2005). From 1 September to 31 October, monitors conduct from two to three on-the-road censuses per day, while driving 10 km/hr, recording the number of monarchs observed nectaring, flying or

Monarch overwintering population extrapolated from area occupied

Source: Area occupied by monarchs during winter in Mexico. Data from MBBR and WWF-Mexico and Eduardo Salinas-Rendon, Carlos Galindo-Leal, Eligio Garcia).

Monarch Larva Monitoring Project Volunteer (Monarch Larva Monitoring Project)



resting. A study using similar methods has been conducted in the United States Fish and Wildlife Service's (USFWS) Chincoteague National Wildlife Refuge on Assateague Island, a barrier island on the Delmarva Peninsula in Virginia, beginning in 1997 (Gibbs et al. 2006). Another program monitoring the fall migration involves volunteers in the Peninsula Point Recreation Area in Michigan's Hiawatha National Forest, administered by the United States Forest Service (USFS) (Meitner et al. 2004). This project, started in 1996, is located on the northern shore of Lake Michigan at a migratory stopping point for monarchs. Volunteers conduct three counts every day throughout the time that monarchs are leaving Michigan, from the second week of August through the third week of September. In Canada, monarch migrations through Long Point National Wildlife Area and Point Pelee National Park, on the north shore of Lake Erie in Ontario, are also monitored each fall. Long Point data collected from 1995 through 2006 have been analyzed by Crewe et al. (2007).

In addition to these point-count methods, the timing of the spring migration of the eastern population has been monitored on a continental scale since 1997 by volunteers who report first sightings to Journey North, an online study of wildlife migration and seasonal change, and Monarch Watch, a research project based at the University of Kansas (Howard and Davis 2004). In a similar way, the temporal and spatial patterns of fall migration are monitored throughout the flyway through reports of overnight roost sites collected by the Journey South program (United States and Canada) and Correo Real program (Mexico). These studies help to identify specific locations and types of habitat that are essential during fall migration. Data from the Monarch Watch fall tagging program also identify migratory pathways, and have been used to delineate yearly geographic variation in the largest concentrations of migrating monarchs.

8.1.4 Eastern Population Trends

In an analysis of seven programs that have provided consistent data for over ten years, including estimates from breeding, migrating and wintering phases of the annual cycle, Oberhauser (2007 and unpublished) found that most programs reported relative abundance values below average from 2002 through 2006, although relative abundance values from 2005 and 2006 rebounded from those reported in 2002–2004. Detailed analyses of these data will help to inform additional data collection efforts to explain the reasons for observed patterns. However, the large year-to-year variation in monarch densities will make it difficult to detect long-term trends, and it is important that existing programs continue to collect monitoring data.

Winter data show peaks in 1990 and 1996 of about eighteen hectares in cumulative area occupied by monarchs, but less than ten hectares of occupied area in all but one winter (2003) over the past decade. An all-time low of 2.19 hectares was recorded in January 2005 (Rendón-Salinas and Galindo-Leal 2005, Cruz-Piña et al. 2006).

Crewe et al. (2007) noted a (statistically insignificant) decrease of about 3% in the number of migrating monarchs that pass through the Long Point National Wildlife Area monitoring site in Ontario over the 11 years of their study. They suggested that high variation among years contributed to the non-significant trend, and that more data are needed to determine whether the monarch butterfly population passing through Long Point will continue to decline, remain stable at its current below-average level, or continue to show periodic recoveries.

8.2 Western Population

Monarch population sizes at wintering sites in California are estimated annually within two weeks of Thanksgiving, and in many years, there are data available throughout the season. Long-term data on monarch abundance at California wintering sites exist in the California Department of Fish and Game's Natural Diversity Data Base (NDDDB). The NDDDB contains information on 332 separate wintering sites, approximately 60% of which are privately owned, and 40% of which are publicly owned, mostly in state parks.

In-depth analyses of these counts at one extensively monitored site (Frey et al. 2004, Frey and Schaffner 2004) reveal a five-year decline ending in 2003, with a low of approximately 10,000 overwintering butterflies in 2002–2003. During 2004, monarch butterfly numbers were significantly higher than those in 2003, with over 70,000 monarchs. These values were 45,000 butterflies in 2005–2006 and 60,000 in 2006–2007 (Ventana Wildlife Society 2007).

9 CURRENT FACTORS CAUSING LOSS OR DECLINE

9.1 Breeding Habitat Loss and Degradation

A 2000 study of the use of agricultural habitats by monarchs suggested that up to 70% of monarchs that migrated to Mexico may have fed on milkweed in agro-ecosystems (Oberhauser et al. 2001). As agricultural practices have changed since the 2000 study was conducted, monarch use of agricultural habitat is currently likely to be less widespread. Most soybeans and a large portion of the corn currently grown in the United States are genetically modified to allow post-emergence applications of glyphosate (Roundup) (James 2001, USDA 2007), which results in fields with fewer milkweed and other weeds. While *Asclepias syriaca* can survive the tilling that was formerly used to control weeds in most soybean and corn fields, it is unable to endure repeated application of glyphosate. Additionally, suburbanization of agricultural land results in extensive habitat loss; some estimates suggest the loss of 2400 or more hectares of open space (both agricultural land and natural areas) per day to development (an annual loss of 876,000 hectares/year) (NRCS 2001, American Farmland Trust 2007).

Corn that is genetically modified to contain a Bt toxin (from the bacterium *Bacillus thuringiensis*) can result in decreased insecticide use, since the corn itself produces a protein that is toxic to a major pest, the European corn borer. A decrease in insecticide applications will benefit a wide variety of non-pest insects, including monarchs. Bt-producing corn was studied as a potential risk to monarchs, since toxic pollen from the corn may be blown onto milkweed plants and consumed by monarch larvae (Losey et al. 1999, Hansen Jesse and Obrycki 2000). While recent studies indicate that pollen and anthers from Bt-corn affect monarch larva survival and development (Dively et al. 2004, Anderson et al. 2004), overall conclusions are that the effects of current Bt-corn varieties on

*A decrease
in insecticide
applications will
benefit a wide
variety of
non-pest insects,
including
monarchs.*



Roadside milkweed

monarch populations range from “not significant” to “negligible” (Sears et al. 2001, Dively et al. 2004, Anderson et al. 2005). Additionally, the lack of milkweed in and near cornfields due to widespread use of herbicide-tolerant crops has further decreased the risk from Bt-corn.

Roadsides once constituted a small, but significant, portion of monarch habitat. Due to herbicide application and mowing, these habitats have mainly changed to grasslands containing few flowering plants, and thus provide poorer-quality wildlife habitat. Additionally, milkweed is considered a noxious species in some areas, resulting in eradication efforts.

In some areas across North America, milkweed plants are also being severely damaged by ozone pollution. Common milkweed is particularly sensitive to ozone damage, which is manifested by sharply defined, small dot-like lesions, called stipples, on the upper surfaces of the leaves (Bennett and Stalte 1985). In cases of severe ozone damage, the leaves may exhibit large dark areas on the upper leaf surface as the markings blend together. The impact of ozone damage on monarch larvae is not known.

Other anthropogenic factors, such as elevated carbon dioxide, may also affect milkweeds. Thus, human activities may be changing the distribution and abundance of milkweeds in ways that are as yet not understood.

Most of the focus on breeding habitat is in the United States and Canada, since monarchs that migrate to the overwintering sites in Mexico and California come from these locations. However, there are small local monarch populations in Mexico. The milkweed used by these local populations is subject to herbicide applications, especially in areas where cattle graze. Additionally, the riparian habitat in which milkweed grows is threatened by deforestation or land change (Eneida Montesinos, personal communication).

9.2 Wintering Habitat Loss and Degradation

9.2.1 Mexico

Several researchers have documented loss of Mexican overwintering habitat. Brower et al. (2002) used aerial photographs from 1971, 1984 and 1999 to document increasing rates of forest degradation (in and near the area protected by the 1986 decree) over the two time intervals between the photographs (annual rates of 1.7% from 1971 to 1984, and 2.4% from 1984 to 1999). The latter rate was slightly higher in the area protected by the 1986 decree. Considering only the mountainous relief of a similar study area, Ramírez et al. (2003) found an annual disturbance rate of 1.3% and annual land use change of 0.1%. Both analyses covered only three of the five sanctuaries protected. Ramírez et al. (2006) used satellite images from 1986 to 2006 to document an accumulated loss and disturbance of 10,500 hectares of forested land from the MBBR (as defined by the 2000 decree), equivalent to one-fifth of the entire area currently protected.

Since 2001, WWF-Mexico and the Mexican Nature Conservation Fund (FMCN) have annually monitored forest loss in the core and buffer areas of the MBBR, and have reported losses of over 560 hectares in a single year (from 2005 to 2006) (Ramírez and Zubieta 2005, WWF 2004, 2006). Illegal logging activities have been responsible for most of the deforestation documented, but subsistence-farming activities are also a concern (WWF 2004). Although the MBBR has official protected status, the land is divided into more than 100 private properties

(70% under communal regimes). Thus forest conservation and forest disturbance are related to property boundaries rather than to official protection limits, and show a high concentration of disturbance in about a dozen properties (Ramírez et al. 2006).

Annual monitoring results are reported to the governors of the states of Michoacán and México, and the Mexican Ministry of Environment and Natural Resources (Semarnat). Under strong pressure from President Felipe Calderon, the Mexican government has shut down illegal sawmills and charged people with crimes associated with illegal logging. The 2006–2007 forest cover assessment indicated a decrease in the rate of forest loss and deterioration in the core area of the MBBR, which could be the result of the current Mexican presidential policy of “zero tolerance to illegal logging.” Future assessments will provide a test of this policy.

There is increasing evidence that diversion of water for human use could result in severe degradation of the overwintering sites. Successive years have resulted in the installation of increasing numbers of plastic pipes that divert water out of the overwintering forests for human and domestic animal use. For example, in the Ojo de Agua ravine on the south face of Cerro Pelón, water has been diverted to the extent that the streambed is dry for more than a kilometer. Monarchs fly down that ravine for more than two kilometers to obtain water farther downstream (L. Brower, personal communication). Increasing distances to water will presumably result in increased consumption of the lipids that keep the butterflies alive through the winter.

Potential biological causes of habitat degradation include the dwarf mistletoe (*Arceuthobium abietis religiosae*) and insects, particularly bark beetles, although the long-term impacts of infestations with either of these are poorly understood. Some researchers have estimated that approximately 5,000 hectares of oyamel fir (*Abies religiosa*) have different levels of mistletoe infection, and suggest that management strategies to manage these outbreaks need to be addressed (Hoth 1993).

Forest fires in the MBBR cause both habitat loss and direct impacts on monarchs if they occur during the overwintering period. Smoke disturbs the roosting butterflies, making them fly off of their roosting sites. Fires are most common in the MBBR buffer zone and near towns, where agricultural practices include burning to clear land for crops and grazing. Recent data show surface areas of 616 and 342 hectares burned in 2003 and 2005, respectively, with a low of 76 hectares in 2007. There were 27 fires in 2007, 11 and 16 in the states of México and Michoacán, respectively (F. Martínez, personal communication), and local community members are involved in many aspects of fire prevention and combat.

Finally, high numbers of tourists and degradation of the overwintering environment due to poorly-regulated visits may be harming monarchs (Brenner and Hubert 2006, Carlos Galindo-Leal, personal communication). For the past thirty years, tourism to the overwintering sites in Mexico has been increasing. At present, there are between 100,000 and 150,000 visitors every year, most of them concentrated in the Sierra El Campanario Sanctuary (El Rosario Ejido), during the weekends of December through March. In spite of thirty years of experience, tourism continues to be poorly organized. Ejidos with tourism activity lack business plans and do not reinvest income on maintenance or capacity building activities. At present, there is no formal assessment of the impacts of tourism, but there are several indications that tourists are having negative impacts.

Illegal logging in Reserve



There has been extensive loss of wintering habitat in California, with a decline from 1990 to 1998 of over 12% in wintering habitats available to monarchs.

Currently, Conanp and the Department of Tourism are taking steps aimed at mitigating and preventing impacts of tourism on the sanctuaries, through infrastructure development, local capacity-building, public awareness, and posting of signs.

Through a variety of crowd control techniques, local guides protect the butterflies in areas that receive high numbers of visitors but the process of getting the tourists to the sites—often, in the Sierra Chincua Sanctuary, by means of horseback—leads to trail degradation and erosion, and extremely dusty conditions that can lead to blocked spiracles (air passages) and butterfly suffocation (K. Oberhauser, personal observation). Food and handicraft shops in El Rosario and Chincua take up more and more area and produce more garbage. Increased firewood-harvesting to support small restaurants may be harming endemic junipers and other native plants. Tourists and horses are dispersing invasive plants, particularly the weed *Acaena elongate* (family *Rosaceae*), known in Mexico as *pegarropa* (which means adheres to cloth) due to the velcro-like quality of the seeds, and possibly disturbing the butterflies with noise and increased carbon dioxide levels. Brenner and Hubert (2006) suggest that there is a serious problem of coordination of tourism activities. Neither policies oriented to different target tourist groups nor a comprehensive visitor management plan have been developed, resulting in services and products that are the same low quality for everyone and that do not take into consideration the expectations and financial means of different ecotourism segments (Brenner and Hubert 2006).

9.2.2 California

There has been extensive loss of wintering habitat in California, with a decline from 1990 to 1998 of over 12% in the number of wintering habitats available to monarchs (Meade 1999, Frey and Schaffner 2004). Factors that have resulted in the loss of appropriate habitat include tree growth that results in increased shading, and tree loss due to factors such as senescence, diseases, and commercial and municipal development (Meade 1999, Leong et al. 2004). Monarch habitat has also been destroyed in California by monarch-focused recreational activities. For example, a famous overwintering site at Pacific Grove was destroyed when a motel was built among the butterfly trees to accommodate visitors to the site (Lane 1993).

9.3 Disease and Parasites

Monarchs are affected by a variety of infectious diseases caused by viruses, bacteria, fungi, protozoans, nematodes and mites. They are also heavily preyed upon by a number of predators and parasitoids.

9.3.1 Parasitoids

Parasitoids are insects that deposit eggs in or on other insects. The larvae of these species eat their hosts from the inside, and generally emerge from the carcass of a larva, pupa or adult. Parasitoids that consume monarch larvae include both flies and wasps. Tachinid fly larvae feed on monarch caterpillars, usually killing their host just before pupation. From one to several fly maggots emerge from the host, and drop to the ground on long, gelatinous tendrils. In some localized populations, most monarch larvae are parasitized by tachinid flies, but parasitism rates are generally from 5 to 20% (Oberhauser et al. 2007). Various parasitoid wasp species also parasitize monarch larvae, but less is known about their importance, probably because wasps tend to parasitize pre-pupal larvae, and are thus less likely to be found by researchers. Braconid wasp parasitism may result in as many as 32 adult wasps from a single monarch carcass.

9.3.2 Parasites

Monarchs are infected by a nuclear polyhedrosis virus and *Pseudomonas* bacteria. A protozoan parasite, *Ophryocystis elektroscirrha*, is found in both wild and captive populations, and a microsporidian *Nosema* species has been identified in captive monarchs (University of Georgia 2007); both of these infections can have debilitating effects on monarchs. Horsehair worms, in the phylum *Nematomorpha*, have been observed in monarch larvae (Prysky and Oberhauser unpublished). *O. elektroscirrha* is the only well-studied monarch parasite. The inactive spore of this protozoan disease is mixed among the scales on the integument (exoskeleton) of monarch adults, and spread from mother to offspring when larvae ingest spores deposited onto the eggs or surrounding milkweed. This parasite can reduce larval survival, butterfly mass, and life span (Altizer and Oberhauser 1999). Populations that do not migrate, such as those in southern Florida and Hawaii, have the highest parasite infections, with about 70% heavily infected individuals. Only about 30% in western North America and 8% in the eastern migratory population are heavily infected (Altizer et al. 2001).

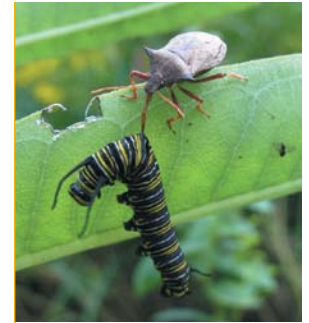
9.4 Climate Change

Monarchs overwinter in specific climatic regions in the montane oyamel fir forests located in Mexico. Oberhauser and Peterson (2003) used ecological niche models to identify a narrow range of temperature and precipitation that allowed monarchs to survive the winter. Conditions predicted by climate change models suggest that the current overwintering sites will not be suitable for monarchs in 2055. Hadley Climate Center models predict increased precipitation during the winter in the Mexican wintering sites, but little change in temperature. Using conditions forecast for 2055, Oberhauser and Peterson (2003) predicted increased precipitation during cold weather, such as the conditions that killed up to 70–80% of the two largest overwintering populations in 2002 (Brower et al. 2004). While 50% of monarchs can survive temperatures of -8°C by supercooling if they are dry, 50% of wet individuals are frozen at temperatures of -4.4°C (Anderson and Brower 1993, 1996).

Batalden et al. (2007) also used ecological niche modeling to study the summer breeding range of monarchs and how it may be affected by climate change. Monarchs follow warm, moist conditions as they move northward in the spring, but are able to utilize a wide area, without directional flight, throughout most of the summer. Climate change model predictions suggest that monarchs' ecological niche, at least as defined by temperature and precipitation, will move northward, necessitating movement by all summer generations. The degree to which monarchs will be able to utilize newly-available conditions to the north depends on whether they can change their migratory patterns, and on the ability of milkweed to colonize areas in which it does not currently grow.

9.5 Pesticide Use

The use of herbicides was discussed above. In addition to the loss of habitat caused by herbicides that remove monarch host plants and nectar sources, monarchs can be killed outright by insecticides used to control pest insects. Insecticides may be important sources of mortality in agricultural areas, in urban and suburban areas where adult mosquito control programs are utilized (Oberhauser et al. 2006), and near forests that are being sprayed with Bt to control forest pests, particularly gypsy moths. While all of these insect control methods have the potential to kill monarchs, the degree to which they affect overall population numbers is unknown.



Spine-shouldered stink bug with monarch larva

A number of continent-wide monarch conservation initiatives have been endorsed by cooperative activities of the governments or government agencies of Canada, Mexico and the United States.

10 LEGAL STATUS, MANAGEMENT AND ACTION

Concern about the long-term viability of monarchs in North America has resulted in several legal protection efforts. Much of this concern is centered on monarch habitat needs, and the rate of loss of habitat used by monarchs. The difficulty in accurately measuring monarch populations, their complicated migratory life cycle, and year-to-year variation in monarch density make it difficult to link monarch numbers to large-scale habitat availability. Thus, there is still speculation about the short-term impacts of habitat loss on monarchs. However, we do know that monarch habitat is being lost during each of its three life history stages (breeding, migrating and overwintering). The extraordinarily dense concentrations in the Mexican overwintering sites make threats there of particular concern.

10.1 International

As a result of perceived threats to the monarch, the winter roosts in Mexico and California were designated as threatened phenomena by the International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN) in the IUCN Invertebrate Red Data Book in 1983 (Wells et al. 1983, Malcolm 1993). This was the first designation for a biological phenomenon, as opposed to a species, in the history of international conservation. It recognizes the fact that the migratory phenomenon, which involves millions of monarchs migrating to distant overwintering sites each year, is imperiled, even though the species as a whole is not in danger of extinction. Mexico's Monarch Butterfly Biosphere Reserve was inscribed in the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) World Network of Biosphere Reserves in 2006. The Advisory Committee for Biosphere Reserves recommended that Mexican authorities increase cooperation with Canadian and United States authorities responsible for key sites along monarch migratory routes. No specific international protection is conferred by either the IUCN or UNESCO designation.

A number of continent-wide monarch conservation initiatives have been endorsed by cooperative activities of the governments or government agencies of Canada, Mexico and the United States. The Commission for Environmental Cooperation (CEC), in partnership with the Trilateral Committee for Wildlife and Ecosystem Conservation and Management and other agencies, has supported several efforts to protect monarchs. In 1997, the CEC and US Fish and Wildlife Service (USFWS) convened a stakeholders' meeting in Morelia, Michoacán, to develop a long-term strategy for monarch conservation (Hoth et al. 1999), and a USFWS-supported meeting in Lawrence, Kansas, in 2001 resulted in a summary of important research and conservation objectives (Oberhauser and Solensky 2002).

Since 1995, the USFWS Wildlife Without Borders–Mexico grants program has partnered with Mexican authorities and nongovernmental organizations to protect and restore the wintering habitat of the monarch butterfly. Between 1995 and 2006, USFWS awarded almost \$800,000 in grants for monarch projects. About 94 percent of the funds were for projects to develop the capacity of the local communities of the MBBR to sustainably manage their natural resources. USFWS partners with Mexican authorities and Alternare, A.C., to support a training program to develop the natural resource management capabilities of local communities, and has funded programs to provide training in reforestation techniques for peasant farmers living in the MBBR.

Since 1993, the USFS–International Programs has been working with MBBR managers and partners in the region to build management capacity, provide guidance to communities for resource management, and conserve natural resources in the core zone of the MBBR. Staff from the Willamette National Forest and other units have provided training and consultations on forest inventory, global positioning system (GPS)/geographic information system (GIS) utilization, and design and maintenance of trails. Through a partnership with the Monarch Model Forest, partners developed proposals to assist with recreation management and ecotourism, landscape ecology, small-scale wood product development and marketing, and community incentive programs.

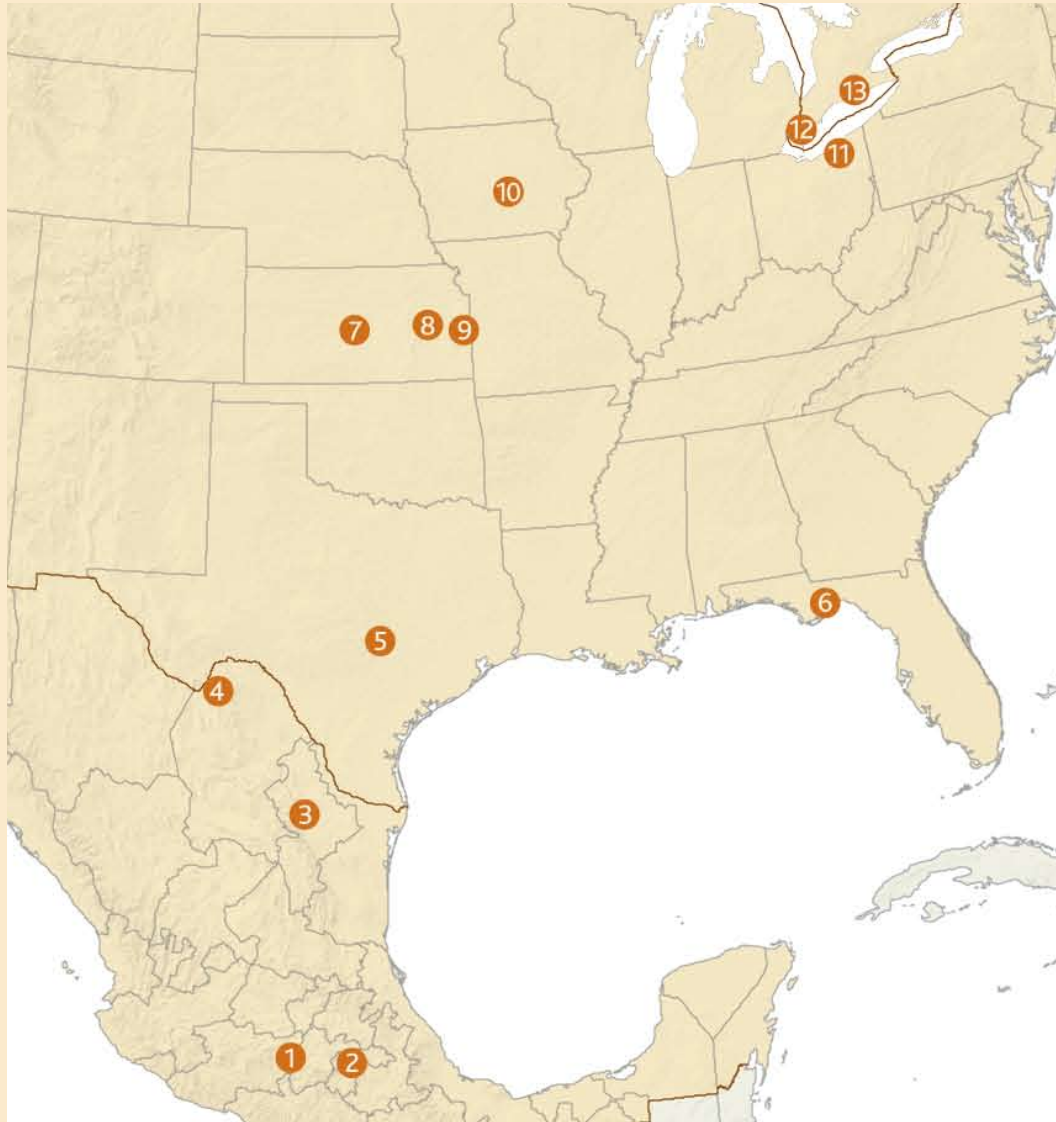
In March 2006, the Trilateral Committee for Wildlife and Ecosystem Conservation and Management (Trilateral Committee) initiated a project to establish a network of sister protected areas (SPAs) to collaborate on monarch conservation projects focused on habitat preservation and restoration, research, monitoring, environmental education, and public outreach. Thirteen protected areas administered by the USFWS, US National Park Service (USNPS), Canadian Wildlife Service (CWS), Parks Canada Agency (PCA), and Mexico's National Commission of Natural Protected Areas (Conanp) were identified as part of the initial network (see map).

The initiative to develop the North American Monarch Conservation Plan (NAMCP) was launched at the December 2006 Monarch Flyway Conservation Workshop sponsored by the USFS–International Programs, US Agency for International Development (USAID), Texas Parks and Wildlife Department (TPWD), the Wildlife Trust, and the City of McAllen, Texas. The NAMCP initiative was endorsed by the Trilateral Committee in May 2007, and in June 2007, at the initiative of the Mexican Chair of the BCWG, the CEC Council, through Resolution 07-09, directed the CEC Secretariat to support the NAMCP development effort. The CEC, Trilateral Committee, and USFS–International programs are also supporting efforts to develop a trilingual Monarch Butterfly Monitoring Handbook of standardized monitoring protocols linked to existing monitoring programs for use by land managers, citizen scientists, NGOs, and educators across North America.

The North American Pollinator Protection Campaign (NAPPC) is an alliance of pollinator researchers, conservation and environmental groups, private industry, and state and federal agencies in all three countries (<http://www.napcc.org>). NAPPC works to organize local, national, and international projects involving pollinator research, education and awareness, conservation and restoration, special partnership initiatives, and policies and practices. The main goal of the campaign is to show a positive impact on population health of pollinating animals, such as monarchs, within five years. There is a specific NAPPC task force focused on monarch monitoring and conservation.

Monarch Butterfly Sister Protected Area Network

- 1 Monarch Butterfly Biosphere Reserve (states of Michoacán and México) (Conanp)
- 2 Iztaccíhuatl Popocatepetl Zoquiapan Nacional Park (states of México, Puebla, and Morelos) (Conanp)
- 3 Cumbres de Monterrey National Park (Nuevo León) (Conanp)
- 4 Maderas del Carmen Wildlife Protected Area (Coahuila) (Conanp)
- 5 Balcones Canyonlands National Wildlife Refuge (Texas) (USFWS)
- 6 St. Marks National Wildlife Refuge (Florida) (USFWS)
- 7 Quivira National Wildlife Refuge (Kansas) (USFWS)
- 8 Flint Hills (Kansas) (USFWS)
- 9 Marais des Cygnes National Wildlife Refuge (Kansas) (USFWS)
- 10 Neal Smith National Wildlife Refuge (Iowa) (USFWS)
- 11 Cuyahoga Valley National Park (Ohio) (USNPS)
- 12 Point Pelee National Park (Ontario) (PCA)
- 13 Long Point National Wildlife Area (Ontario) (CWS)



10.2 Canada

The Species at Risk Act (SARA), passed by the Canadian government in 2003, established a legislated process for the assessment, listing and recovery of species at risk (Environment Canada 2007). In addition to its legal list of species at risk, SARA includes general prohibitions and provisions for enforcement. The Act provides protection for all listed endangered, threatened and extirpated species and protects the critical habitat of these species where

they occur on federal lands. Under SARA, the Canadian government develops management plans that set conservation goals and objectives, identify threats to species, and indicate the main areas of activities to be undertaken to address those threats. The monarch is listed as a species of special concern under SARA because of a combination of biological characteristics and identified threats, especially risks to the overwintering sites in Mexico.

The Canada National Parks Act also protects the monarch at Point Pelee National Park in Ontario. In 1995, Canada and Mexico signed a declaration to create an International Network of Monarch Butterfly Reserves. The two nations pledged to jointly expand this network. Three areas in Southern Ontario were designated as Monarch Butterfly Reserves under the declaration: Point Pelee National Park, Long Point National Wildlife Area and Prince Edward Point National Wildlife Area. All three of these areas were protected before the declaration.

In 1997, the Legislature of the Province of Ontario passed the Fish and Wildlife Conservation Act. This Act gave "special status" to a number of invertebrate species, including the monarch butterfly. The Act requires that anyone in Ontario rearing, capturing, tagging, or conducting research on monarchs apply for special permits to conduct such activities.

10.3 United States

There is currently no special legal status at the federal level for monarch butterflies or their habitat in the United States.

In California, current legal protections involve a patchwork of city ordinances, coastal zone management plans and state law. In 1987, the California legislature passed Assembly Bill #1671, to recognize the monarch's migration and winter aggregation as a natural resource and to encourage the protection of its winter habitat. A year later, California voters approved a bond issue allocating \$2,000,000 to purchase critical overwintering habitat (Snow and Allen 1993). As a result, some winter roosts in state, county or town parks receive protection. A small number of Californian cities and counties have enacted ordinances that prohibit activities that disturb monarchs and their winter roost trees. Of the ordinances currently in place, many apply these prohibitions only when monarchs are present.

A number of universities, nongovernmental agencies and organizations in the United States directly and indirectly support monarch conservation. For example, the Monarch Watch program (University of Kansas) supports the creation of Monarch Waystations to provide monarch nectaring and breeding habitat along the migratory path of monarchs. In the fall of 2007, over 1800 waystations, ranging in size from 100 to over 1000 m², had been registered. Other organizations, such as Journey North, the Monarch Butterfly Sanctuary Foundation, the Michoacán Reforestation Fund, the Monarch Program, and Monarchs in the Classroom (University of Minnesota) raise funds to support monarchs directly, and increase awareness of monarchs through a variety of educational programs. The Xerces Society for Invertebrate Conservation, working with the Ventana Wilderness Society, and California Polytechnic State University are managing an effort to census overwintering monarch populations in Thanksgiving counts. The Xerces Society is also assessing the legislation and/or ordinances of the State of California, and municipalities as they relate to monarch overwintering sites (see also Brower et al. 1993).

A number of universities, nongovernmental agencies and organizations in the United States directly and indirectly support monarch conservation.

The monarch butterfly is listed as “under special protection” in the Species at Risk standard, by the Mexican government.

The Texas Parks and Wildlife Department (TPWD), through the Texas Monarch Watch program, supports monarch monitoring workshops and provides information packets for volunteers involved in monitoring. TPWD also contracts with scientists to monitor transects on highway rights-of-way. In addition, units of the Texas system of protected areas hope to adopt the handbook of standardized monitoring protocols being developed in collaboration with CEC for use by the Sister Protected Area Network to provide greater geographic coverage along the monarch flyway. This could serve as a model for other state resource agencies along the flyway.

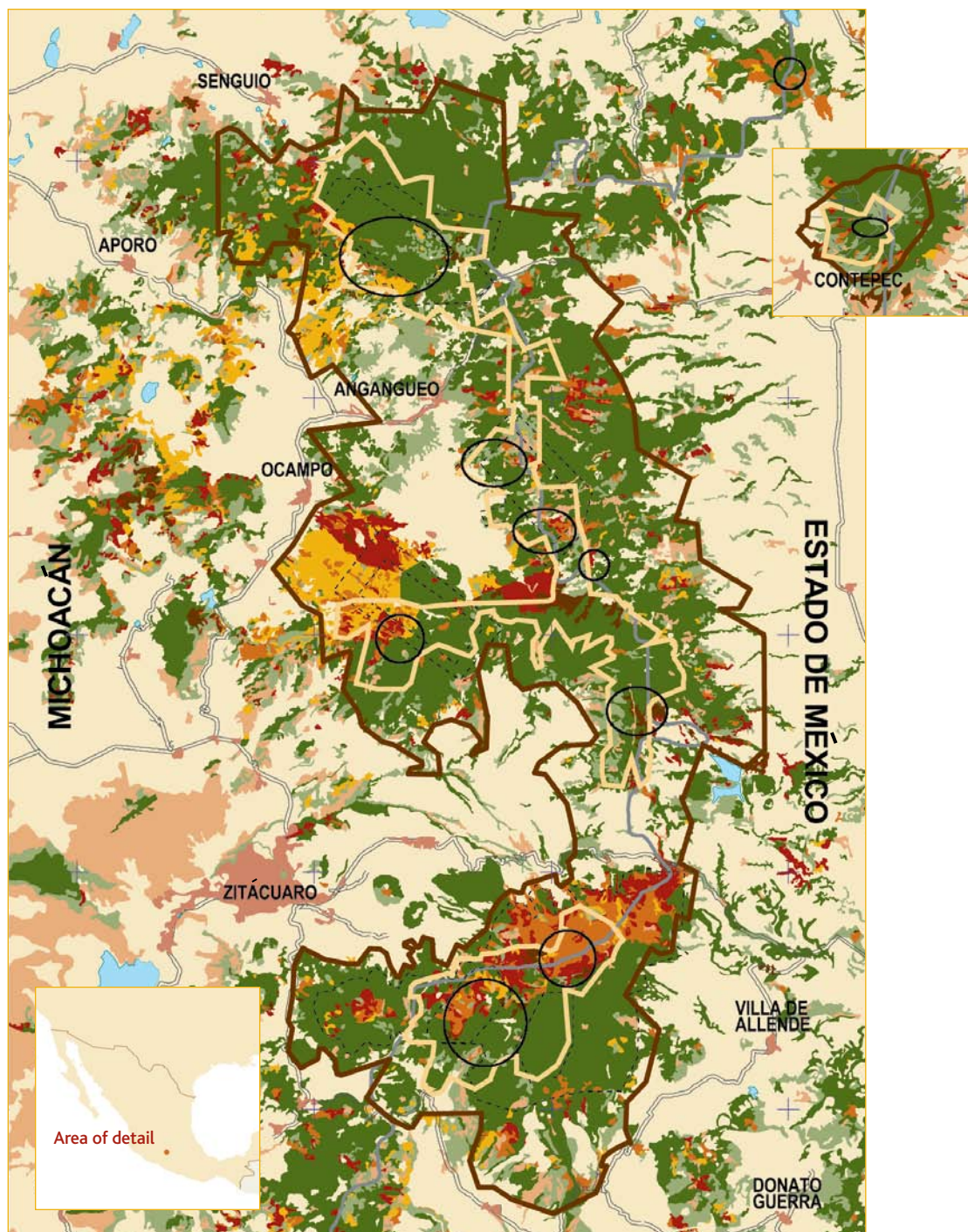
10.4 Mexico

Three federal decrees have been enacted to protect monarch habitat in Mexico. The first (1980 decree) protected the monarch overwintering areas without specifying the locations to be conserved and restricted extractive activities in the forests only during the overwintering season (November to March). The second (1986 decree) defined for protection 16,110 hectares in five discrete areas along the border of the states of México and Michoacán: Cerro Altamirano, Sierra Chincua, Sierra El Campanario, Cerros Chivatí-Huacal, and Cerro Pelón. Together these five areas were called the Special Monarch Butterfly Biosphere Reserve (SMBBR). Each area had a core and buffer zones, with a total of 4,491 ha in core zones and 11,619 ha in buffer zones. On 10 November 2000, by Presidential decree, the Monarch Butterfly Biosphere Reserve (MBBR) was established (2000 decree), increasing the size of the former SMBBR to 56,259 ha (13,552 ha of core area and 42,707 ha of buffer). The new reserve included the creation of the Monarch Butterfly Conservation Fund (administered by FMCN and WWF-Mexico), which provides economic incentives to prevent logging by local communities who own the core area and whose forest harvesting permits were withdrawn (Missrie 2004, Galindo-Leal and Rendón Salinas 2005, Missrie and Nelson 2007).

The monarch butterfly is listed as “under special protection” in the Species at Risk standard (NOM-059-Semarnat-2001), by the Mexican government. This means that it is considered a species or population that could be threatened by factors that negatively affects its viability, and that its recovery and conservation should be promoted wherever it is found.

Smaller colonies outside of the MBBR have varying degrees of protected federal status and are administered by Conanp. The Iztaccíhuatl-Popocatepetl National Park and Los Azufres Natural Resources Protected Area both regularly host small overwintering monarch colonies, and these areas are protected. The Mil Cumbres colony in the Cerro Garnica area is partially included in the Cerro Garnica National Park, but in recent years the colony has established about one kilometer from the northern boundary of the national park, and is thus not under any protection category. Another colony forms in Piedra Herrada near Valle de Bravo (in the state of México). This land was protected in a 1941 decree by President Avila Camacho as a natural protected area (NPA), and a 2005 revision of the decree resulted in protection of 143,848 ha in the watersheds of Valle de Bravo, Malacatepec, Xalostoc and Temascaltepec. Through the Regional Sustainable Development Program (Conanp 2007), money was assigned to the NPA to be used in the Parador Ecoturístico Piedra Herrada, a monarch overwintering site that offers tourist guide services. Some of the funds will be used to construct a cultural center near this site. The state of México declared a water sanctuary at Corral del Piedra (3622 ha), which also includes the monarch sanctuary of Piedra Herrada. Butterfly colonies in Cerro del Amparo and Palomas (both in the Temascaltepec municipality, state of México) are included in the Nevado de Toluca National Park. Protective actions specifically directed at monarchs have not been mandated in any of these areas, however.

*Loss of forest cover in the
Monarch Butterfly
Biosphere Reserve
and surroundings,
1986 to 2006*



Loss period

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

Reserve limits

- Core zone, 2000
- Buffer zone, 2000
- Protected area, 1986
- Hibernation areas, 1986-2006

Land cover

- Dense forest
- Disturbed forest
- Shrubs
- Crops and grassland
- City areas
- Water

- State limits
- Main roads

Source: Ramírez Ramírez, M. Isabel, Ruth Miranda Guerrero, Raúl Zubieta Hernández (2007). *Vegetación y Cubiertas del Suelo, 2006 (1:75000). Serie Cartográfica Monarca, Volumen I, Segunda Edición. MBSF-CIGA-UNAM-SEMARNAT-UNESCO.* <<http://www.ine.gov.mx/publicaciones>>.

In 2004, the federal government, represented by Semarnat through Conanp, organized the first Monarch Butterfly Regional Forum, with the collaboration of the state governments of México and Michoacán, the MBBR, and WWF-México.

Several Mexican nongovernmental organizations support monarch conservation. For example, WWF-Mexico has been involved in monarch butterfly conservation, conducting activities that include colony monitoring, forest management, community restoration, eco-tourism, and environmental education programs. La Cruz Habitat Protection Project supports the planting of pine and oyamel fir trees in the area of monarch overwintering habitat. Alternare, A.C., supports local communities in and near the MBBR by promoting a variety of sustainable practices, including farming, building construction and reforestation. Similar activities are conducted in the state of Mexico by *Fundación Nacional para la Conservación del Hábitat Boscoso de la Mariposa Monarca* (Funacomm), which participated in the annual Texas Parks and Wildlife Expo event in 2007 to seek markets for the communities' crafts. The monarch program of the conservation organization Biocenosis focuses on promoting conservation of threatened species and habitats, general ecosystem conservation and management, and social monitoring. *Hombre y Alas de Conservación* (Halcon) and *Gestión Ambiental y Proyectos para el Desarrollo Sustentable Monarca* (Gapdes), NGOs based in Zitacuaro, support local communities in the MBBR through projects that include land use plans, forest management programs, sustainable development and environmental restoration.

In 2001, a Multidisciplinary Technical Scientific Workshop was organized by Profepa to develop a coordinated plan to systematize and integrate existing technical information and conservation efforts to clarify the causes of monarch mortality in overwintering sites. The group includes personnel from the MBBR, WWF-Mexico, IPN and the National Autonomous University of Mexico (*Universidad Nacional Autónoma de México*—UNAM) to identify risks to monarchs caused by both human activities or natural phenomena, and preventive measures to address these risks. The Forestry Commissions in the states of Michoacán and México also support conservation programs and actions, with technical assistance and subsidies, in coordination with several other government organizations.

In 2004, the federal government, represented by Semarnat through Conanp, organized the first Monarch Butterfly Regional Forum, with the collaboration of the state governments of México and Michoacán, the MBBR, and WWF-México. This annual event fosters coordination and collaboration among many stakeholders, identifies conservation and research priorities, promotes institutional transparency, and builds awareness about current challenges and opportunities for problem solving. The governors of the states of México and Michoacán and Semarnat officials have participated in every forum.

Conanp developed the National Strategy for Sustainable Tourism in Protected Areas in 2007. In the MBBR, the strategy focuses on controlling and reducing harmful impacts of tourism through planning, monitoring and regulatory activities; promoting sustainable development of tourism activities by supporting infrastructure, such as more appropriate foot paths; and improving the knowledge base of individuals involved with tourism. Additionally, Conanp is working to promote year-round tourist activities that focus on the ecology and landscapes of the MBBR. Recently, the WWF-Telcel Alliance began working with Conanp and the ejido of El Rosario to develop land use and tourism business plans, and improve basic infrastructure to support more sustainable tourism. They are working to improve bathrooms for tourists to avoid discharges of sewage water in the upper watershed; have set up 65 educational, informational and crowd management signs; and worked to improve the commercial infrastructure (restaurant and shop corridor).

11 PUBLIC AND COMMERCIAL PERCEPTIONS AND ATTITUDES

In the United States, the monarch has been designated as the state insect of Alabama, Idaho, Illinois, and Texas, and the state butterfly of Minnesota, Vermont, and West Virginia. The California Legislature declared 5 February as California Western Monarch Day in an effort to educate the public about the importance of these spectacular butterflies. The monarch was chosen as the insect emblem of Quebec in 1998 by a popular vote. It was nominated in 1989 as the national insect of the US. In Mexico, it is the representative insect of the state of Michoacán, and a popular representation of Mexico nature.

Children study monarchs in school, citizen scientist volunteers throughout North America track their migration and breeding, conservationists are concerned about impacts of human activities on monarchs, and citizens, government agencies and conservation organizations try to alleviate these impacts. Scientists study monarch mating behavior, interactions with milkweed and predators, responses to environmental change, and migration.

Part of the fascination with monarchs results from its spectacular migration, during which a single individual can traverse Canada, the US and Mexico. The concept that an organism with a mass about equal to that of a paperclip can fly thousands of kilometers from summer breeding grounds to overwintering sites in Mexico is mind-boggling, as are the aggregations of millions of butterflies, perhaps surpassed in number only by krill in the Arctic Ocean. In addition, because monarchs are so easy to raise and observe in captivity, many adults remember discovering a monarch larva as a child, and watching it transform into a butterfly.

The popularity of monarch butterflies makes them the focus of conservation concern; while human activities affect all organisms with which we share the earth, monarchs engender more than their share of public concern. The attraction to monarchs, and the resultant conservation and scientific interest have enriched human knowledge of the natural world and our resolve to preserve it.



Few species have more popular appeal than the monarch.

12 TRINATIONAL CONSERVATION: GOALS, OBJECTIVES AND TARGET ACTIONS

Monarch conservation will require trilateral action involving individuals, organizations and institutions. Here, we present objectives and actions that are designed to address the following overarching goal: to conserve the habitat required by monarchs during their annual cycle of breeding, migrating and overwintering. These objectives and actions represent our best understanding of aspects of monarch biology that are relevant to conservation and summarized in this document. Habitat conservation should include both protection of existing habitat, and restoration of habitat that has been degraded by human activities. Because monarchs co-exist with human populations, conservation activities must also address the social, economic and educational needs of humans living in and near monarch habitat. Additionally, because monarchs utilize a broad range of habitats that cover large geographic areas during their migratory cycle, it is imperative that conservation actions are based on a flyway approach, rather than directed exclusively towards a specific stage of the annual cycle. However, the small size and immediate human threats to the overwintering sites in Mexico and California make conservation in these areas of immediate critical concern.

To address the overarching goal of monarch habitat conservation, proposed action items target four main areas: 1) Threats prevention, control and mitigation; 2) Innovative enabling approaches; 3) Research, monitoring, evaluation and reporting; and 4) Education, outreach and capacity building. Within each area, specific conservation objectives and actions are proposed. The broad range of monarch populations and their complicated biology, summarized in this document, require continued research on the impacts of specific actions on monarch conservation. Thus, many of the conservation objectives address ways in which we can increase our understanding of monarch biology, specifically monitoring interactions with their living and non-living environment. Additionally, the objectives address monitoring how conservation actions affect the social and economic well-being of humans, as well as how these actions affect monarch populations.

12.1 Specific Objectives of the Monarch Conservation Plan

1. THREATS PREVENTION, CONTROL AND MITIGATION

A. Overwintering

- Decrease or eliminate deforestation due to logging and habitat conversion
- Sustain benefits from tourism without harming monarch populations or habitat
- Determine causes of decreasing water availability and mitigate impacts on monarchs
- Determine impacts of plant and insect parasites on forests in monarch overwintering areas

B. Flyway

- Address the threats of habitat loss and degradation in the flyway

C. Breeding Areas

- Address the threats of the loss, fragmentation, and modification of breeding habitat
- Limit impact of habitat management practices on monarchs, flowering plants and milkweed

D. Across Annual Range

- Investigate the effects of global climate change on monarch survival
- Assess the impacts of parasites and pathogens on monarchs and their host plants

2. INNOVATIVE ENABLING APPROACHES

- Promote environmentally sustainable income sources for individuals and institutions whose current livelihood results in degraded monarch habitat
- Support trilateral activities that promote environmental cooperation and support

3. RESEARCH, MONITORING, EVALUATION AND REPORTING

- Monitor monarch population distribution, abundance, and habitat quality, and utilize the monitoring data to understand monarch population drivers
- Determine socioeconomic factors that influence the distribution and abundance of monarch butterflies
- Evaluate and assess the effects of conservation actions on monarch distribution and abundance

4. EDUCATION, OUTREACH, AND CAPACITY BUILDING

- Expand communication and information sharing that supports monarch conservation
- Enhance capacity building, training and networking programs

12.2 Table of Specific Actions

1. THREATS PREVENTION, CONTROL AND MITIGATION			
A. Overwintering			
THREAT	ACTION	PRIORITY	TIME FRAME
1. Threats due to deforestation from large-scale, organized illegal logging; small-scale, illegal subsistence logging; legal logging; and habitat conversion Objective: Decrease or eliminate deforestation due to logging and habitat conversion	Assess the effects of land use changes in and near the MBBR	⓪⓪⓪⓪	→
	In Mexico, provide long-term capacity building projects to support increased surveillance and enforcement programs by government, NGO and community groups.	⓪⓪⓪⓪	→
	In the US, purchase and legally protect overwintering sites in California.	⓪⓪⓪⓪	→
	In Mexico, provide technical assistance and support through specific prevention and mitigation actions, such as transportation system redesign, logging road closures, etc.	⓪⓪⓪⓪	3 yrs
	Develop and reinforce sustainable practices in communities and expand the number of communities involved in these projects.	⓪⓪⓪⓪	→
	Review effectiveness of economic incentives to not cut the forest in the MBBR.	⓪⓪⓪⓪	1 yr
	Identify and promote market trade of non-timber products that can be produced within the MBBR buffer zone and surrounding areas.	⓪⓪⓪	3 yrs
	Promote commercial forest plantings in the buffer zone and surrounding area.	⓪⓪	→
	Monitor monarchs' use of core vs. buffer areas to determine if current protection is adequate.	⓪⓪⓪	3 yrs
	Promote and strengthen ecological restoration programs in conservation zones, and productive reforestation in managed zones.	⓪⓪⓪	→
2. Threats due to poorly-regulated tourism Objective: Benefit from tourism without harming monarch populations or habitat	Assess tourist impacts on forest habitat and disturbance to overwintering colonies.	⓪⓪⓪	5 yrs
	Develop and implement a plan for sustainable ecotourism	⓪⓪⓪	5 yrs
3. Threats due to decreasing water availability Objective: Determine causes of decreasing water availability and mitigate impacts on monarchs	Identify causes of decreasing water access and monitor water availability for overwintering monarchs.	⓪⓪⓪⓪	1 yr
	Restore water access.	⓪⓪⓪⓪	→
4. Threats due to biological factors Objective: Determine the impacts of plant and insect parasites on forests in monarch overwintering areas	Determine impacts of dwarf mistletoe on <i>Abies religiosa</i> and implement a control program.	⓪⓪⓪⓪	→
	Determine impacts of bark beetles and other insects on <i>Abies religiosa</i> and implement a control program.	⓪⓪	→

1. THREATS PREVENTION, CONTROL AND MITIGATION (continued)

B. Flyway

THREAT	ACTION	PRIORITY	TIME FRAME
1. Threat: Habitat loss and degradation in monarch flyway Objective: Address the threats of habitat loss and degradation in the flyway	Identify habitat types and locations that are essential for the migration (roosting sites and nectaring habitats).	⚠⚠⚠	3 yrs
	Assess effects of land use changes on monarch migration.	⚠⚠⚠	→
	Develop and disseminate guidelines to conserve, enhance and restore migration habitat.	⚠⚠	→

C. Breeding areas

1. Threat: Habitat loss and degradation in monarch breeding areas Objective: Address the threats of the loss, fragmentation, and modification of breeding habitat	Determine if, when and where milkweed is a limiting resource and develop plans to plant regionally appropriate species.	⚠⚠⚠⚠	3 yrs
	Strengthen monarch butterfly habitat protection on public and private land.	⚠⚠⚠⚠	→
	Assess effects of land use changes on monarchs and milkweed (e.g., conversion of land to corn and wheat for ethanol, or to homes).	⚠⚠⚠⚠	3 yrs
	Develop guidelines for farm buffers for nectar sources.	⚠⚠⚠	3 yrs
	Develop road, powerline and railroad right-of-way habitat protection programs; promote protection in facilities such as golf courses or parks.	⚠⚠⚠	→
2. Threat: Habitat management practice Objective: Limit impact of habitat management practices on monarchs, flowering plants and milkweed	Study and limit impact of biocides (herbicides, insecticides) on monarch populations and their habitat.	⚠⚠⚠	3 yrs
	Develop highway and other roadside mowing regimens compatible with monarch breeding.	⚠⚠⚠	3 yrs
	Develop recommendations to encourage consideration of milkweed as a beneficial plant, not a noxious weed.	⚠	1 yr
	Control dog-strangling vine and other invasive plants that directly affect monarchs or milkweed.	⚠⚠	→

D. Across Annual Cycle

1. Threat: Global Change Objective: Investigate the effects of global change on monarchs' survival	Identify direct and indirect impacts of global change affecting monarch populations (warming and other changes in weather patterns, pollution, increased UV exposure, increased CO2, invasive species).	⚠⚠⚠⚠	→
2. Threat: Parasites and pathogens that affect monarchs Objective: Assess the impact of parasites and pathogens on monarchs and their host plants	Determine the role of commercial production and distribution of monarchs on disease prevalence. Consider a breeder inspection program.	⚠⚠	3 yr

2. INNOVATIVE ENABLING APPROACHES

OBJECTIVE	ACTION	PRIORITY	TIME FRAME
Promote environmentally sustainable income sources for individuals and institutions whose current livelihood results in degraded monarch habitat	Establish specific standards with local criteria for timber and non-timber products, including agricultural monarch-friendly products, throughout flyway.	⚠⚠	→
	Develop environmentally friendly fair trade programs for products and services (e.g., handicrafts, ecotourism).	⚠	→
	Payments for environmental services (carbon sequestration, hydrological services and landscape conservation).	⚠⚠⚠⚠	→
Support trilateral activities that promote environmental cooperation and support	Explore legal, social, and environmental feasibility of promoting trinational agreements for conservation easements.	⚠⚠	3 yrs
	Expand the Sister Protected Area Network (possibly to Amistad National Recreation Area and state parks in Texas, Sierra Gorda in Querétaro, Los Azufres and Valle de Bravo Natural Resource Protected Areas in Michoacán).	⚠⚠⚠	→
	Support a bi- or trilingual staff person who will coordinate and monitor monarch conservation activities, possibly to be housed at TPWD in Austin, Texas.	⚠⚠⚠	→

3. RESEARCH, MONITORING, EVALUATION AND REPORTING

OBJECTIVE	ACTION	PRIORITY	TIME FRAME
Monitor monarch population distribution, abundance, and habitat quality, and utilize the monitoring data to understand monarch population drivers	Develop shared monitoring toolkit, with protocols linked to existing programs that address breeding, migrating, and overwintering.	⚠⚠⚠⚠	1 yr
	Distribute monitoring toolkit, and coordinate data collection.	⚠⚠⚠⚠	3 yrs
	Create a trinational agreement to exchange data among researchers and stakeholders, perhaps by instituting a tri-country data bank.	⚠⚠⚠	3 yrs
	Develop a diagnosis of population drivers.	⚠⚠⚠	3 yrs
	Develop easily implementable, physiological assays of monarch performance such as haemolymph, lipid and water content assays of stress indicators.	⚠	3 yrs
	Determine the influence of topography, seasonal wind patterns and other landscape features on monarch movement.	⚠⚠	3 yrs
Determine socioeconomic factors that influence the distribution and abundance of monarch butterflies	Identify socioeconomic factors that can be targeted for monarch mitigation actions.	⚠⚠⚠⚠ (Mexico) ⚠⚠ (US and Canada)	3 yrs
	Identify costs and benefits, and feasibility (stakeholder acceptance) of mitigation actions for monarch conservation.	⚠⚠⚠⚠ (Mexico) ⚠⚠ (US and Canada)	3 yrs
Evaluate and assess the effects of conservation actions on monarch distribution and abundance	Maintain a record of conservation actions.	⚠⚠⚠	→
	Collect and analyze existing data and use them to determine whether mitigation actions have been successful.	⚠⚠⚠⚠	→
	Develop adaptive management procedures to encourage factors that result in positive changes and discourage those that result in negative changes.	⚠⚠⚠⚠	→
	Develop standardized indicators to evaluate the effectiveness of economic incentives to conserve monarch habitats.	⚠	→

4. EDUCATION, OUTREACH, AND CAPACITY BUILDING

OBJECTIVE	ACTION	PRIORITY	TIME FRAME
Expand communication and information-sharing that support monarch conservation	Develop Trilateral Plan for Monarch Butterfly Flyway outreach, taking into account available and needed materials.	⚠⚠	1 yr
	Develop, distribute and assess educational toolkit (including sensitivity to habitat values and management) to teachers, trainers, consumers.	⚠⚠	1 yr
	Use electronic and print media for increasing awareness, distributed via an easy-to-use and interactive website.	⚠⚠⚠	→
	Relate monarch migratory phenomena to climate-change awareness	⚠	3 yrs
	Create a factsheet and other communication materials on the Monarch Butterfly Flyway status and needs and distribute to decision makers and communities.	⚠⚠⚠	1 yr
	Develop and distribute consumer educational material (pollination services and monarch friendly products).	⚠⚠	3 yrs
Enhance capacity building, training and networking programs	Develop field training program for all levels of decision makers.	⚠⚠	3 yrs
	Develop and conduct training programs for guides at overwintering sites and migratory staging areas.	⚠⚠	1 yr
	Develop and conduct training programs for natural resource professionals, on using monitoring toolkit.	⚠⚠	1 yr
	Promote a trinational declaration to establish NAMCP actions as priorities for funding.	⚠⚠	1 yr

13 REFERENCES

- Ackery, P.R., and R.I. Vane-Wright. 1984. *Milkweed butterflies: Their cladistics and biology*. Ithaca: Cornell University Press, Comstock Publishing Associates.
- American Farmland Trust. 2007. <http://www.farmland.org/programs/protection/default.asp>. Accessed 17 November 2007.
- Altizer, S.M., and K.S. Oberhauser. 1999. Effects of the protozoan parasite *Ophryocystis elektroscirrha* on the fitness of monarch butterflies (*Danaus plexippus*). *J. Inv. Pathol.* 74:76-88.
- Altizer, S.M., K.S. Oberhauser, and L.P. Brower. 2000. Associations between host migration and the prevalence of a protozoan parasite in natural populations of adult monarch butterflies. *Ecol. Entomol.* 25:125-139.
- Anderson, J.B., and L.P. Brower. 1993. Cold-hardiness in the annual cycle of the monarch butterfly. In: Malcolm, S.B., and M.P. Zalucki, eds., *Biology and conservation of the monarch butterfly*. Pp. 157-64. Natural History Museum of Los Angeles County. Los Angeles, CA.
- Anderson, J.B., and L.P. Brower. 1996. Freeze-protection of overwintering monarch butterflies in Mexico: Critical role of the forest as a blanket and an umbrella. *Ecol. Entomol.* 21:107-116.
- Anderson, P.L., R.L. Hellmich, M.K. Sears, D.V. Sumerford, and L.C. Lewis. 2004. Effects of cry1Ab-expressing corn anthers on monarch butterfly larvae. *Environ. Entomol.* 33:1109-1115.
- Batalden, R., K.S. Oberhauser, and A.T. Peterson. 2007. Ecological niches in breeding generations of Eastern North American monarch butterflies. *Ecol. Entomol.* 36:1365-1373.
- Bennett, J.P., and K.W. Stalte. 1985. *Using vegetation biomonitors to assess air pollution injury in National Parks: Milkweed survey*. National Park Service, Air Quality Division, Denver CO. National Resources Report Series No. 85-1.
- Brenner, L., and J. Hubert. 2006. Actor-oriented management of protected areas and ecotourism in Mexico. *J. Latin Amer. Geog.* 5: 7-27.
- Brower, A.V.Z., and M.M. Jeansonne. 2004. Geographical distributions and "subspecies" of New World monarch butterflies (*Nymphalidae*) share a recent origin and are not phylogenetically distinct. *Entom. Soc. Amer.* 97: 519-523.
- Brower, L.P. 1984. Chemical defence in butterflies. In: R. I. Vane-Wright and P. R. Ackery, eds., *The biology of butterflies*. Pp. 109-134. London: Academic Press.
- Brower, L.P. 1985. New perspectives on the migration biology of the monarch butterfly, *Danaus plexippus* L. In: M. A. Rankin, ed., *Migration: Mechanisms and adaptive significance*, vol. 27 (Suppl.) of *Contributions in Marine Science*. Pp. 748-85. Port Aransas, Texas: Marine Science Institute, The University of Texas at Austin.
- Brower, L.P. 1995. Understanding and misunderstanding the migration of the monarch butterfly (*Nymphalidae*) in North America: 1857-1995. *J. Lepid. Soc.* 49: 304-385.

- Brower, L.P. 1996. Forest thinning increases monarch butterfly mortality by altering the microclimate of the overwintering sites in Mexico. In: S.A. Ae, T. Hirowatari, M. Ishii, and L.P. Brower, eds., *Decline and conservation of butterflies in Japan III*. Pp. 33-44. *Proceedings of the International Symposium on Butterfly Conservation, Osaka, Japan*, 1994. Lepidop Soc. Japan.
- Brower, L.P., G. Castilleja, A. Peralta, J. López-García, L. Bojórquez-Tapia, S. Díaz, D. Melgarejo, and M. Missrie. 2002. Quantitative changes in forest quality in a principal overwintering area of the monarch butterfly in Mexico, 1971–1999. *Conserv. Biol.* 16:346-59.
- Brower, L.P., L.S. Fink, and P. Walford. 2006. Fueling the fall migration of the monarch butterfly. *Int. Comp. Biol.* 46:1123-1142.
- Brower, L.P., D.R. Kust, E. Rendón Salinas, E. García-Serrano, K.R. Kust, J. Miller, C. Fernández del Rey, K. Pape. 2004. Catastrophic winter storm mortality of monarch butterflies in Mexico during January 2002. In: Oberhauser, K.S., and M.J. Solensky, eds., *Monarch butterfly biology and conservation*. Pp. 151-166. Ithaca NY: Cornell University Press.
- Brower, L.P., M. Munroe, and K. Snow. 1993. *Conservation and management guidelines for preserving monarch butterfly migration and overwintering habitat in California*. Portland, OR: The Xerces Society.
- Brower, L.P., and R.M. Pyle. 2004. The interchange of migratory monarchs between Mexico and the western United States, and the importance of floral corridors to the fall and spring migrations. In: Nabhan, G., ed., *Conservation of migratory pollinators and their nectar corridors in North America*. Arizona-Sonora Desert Museum, Natural History of the Sonoran Desert Region, No. 2. Tucson, Arizona: University of Arizona Press.
- Calvert, W. 2004. Two methods of estimating overwintering monarch population size in Mexico. In: Oberhauser, K.S., and M.J. Solensky, eds., *Monarch butterfly biology and conservation*. Pp. 121-128. Ithaca, NY: Cornell University Press.
- Calvert, W., and L.P. Brower. 1986. The location of monarch butterfly (*Danaus plexippus* L.) overwintering colonies in Mexico in relation to topography and climate. *J. Lepid. Soc.* 40:164-187.
- Conanp. 2007. *Estrategia nacional para un desarrollo sustentable del turismo y la recreación en las áreas protegidas de México*. Semarnat-Conanp. México, DF. 81 pp.
- Crewe, T.L., D. Lepage, and J.D. McCracken. 2007. *Population trend analyses of monarch butterflies using daily counts during fall migration at Long Point, Ontario, Canada (1995–2006)*. Bird Studies Canada, 25pp.
- Cruz-Piña, M., C. Galindo-Leal, E. Rendón-Salinas, and S. Rodríguez-Mejía. 2006. *Monitoreo de las colonias de hibernación de mariposa monarca: Superficie forestal de ocupación en Diciembre de 2006*. WWF report, 6 pp. Available at: www.wwf.org.mx.
- Dively, G.P., R. Rose, M.K. Sears, R.L. Hellmich, D.E. Stanley-Horn, D.D. Calvin, J.M. Russo and P.L. Anderson. 2004. Effects on monarch butterfly larvae (*Lepidoptera: Danaidae*) after continuous exposure to cry1Ab-expressing corn during anthesis. *Environ. Entomol.* 33: 1116–1125.
- Dockx, C. 2007. 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: 605-616.

- Dussourd, D.E. 1993. Foraging with finesse: Caterpillar adaptations for circumventing plant defenses. In: Stamp, N.E., and T.M. Casey, eds., *Caterpillars: Ecological and evolutionary constraints on foraging*. Pp.92-131. New York: Chapman and Hall.
- Dussourd, D.E., and T. Eisner. 1987. Vein-cutting behavior: Insect counterploy to the latex defense of plants. *Science* 237:898-901.
- Environment Canada. 2007. Species at risk. <http://www.speciesatrisk.gc.ca>. Accessed 9 November 2007.
- Foro Regional Mariposa Monarca. 2008. <http://www.foromonarca.net>. Accessed 5 March 2008.
- Frey, D., J.L. Griffiths, J. Scott, S. Stevens, and S.L. Stock. 2004. Monarch butterfly population dynamics in Western North America: Emphasis on Monterey and San Luis Obispo counties. Report prepared for Helen I. Johnson.
- Frey, D.F., and A. Schaffer. 2004. Spatial and temporal patterns of monarch overwintering abundance in Western North America. In: Oberhauser, K.S., and M.J. Solensky, eds., *Monarch butterfly biology and conservation*. Pp. 167-176. Ithaca, NY: Cornell University Press.
- Galindo-Leal, C., and E. Rendón-Salinas. 2005. *Danaidas: Las maravillosas mariposas monarca. Publicación Especial N. 1*. WWF-Telcel Alliance. México, DF. 82 pp.
- García-Serrano, E., J. Lobato Reyes, and B. Xiomara Mora Alvarez. 2004. Locations and area occupied by monarch butterflies overwintering in Mexico from 1993–2002. In: Oberhauser, K.S., and M.J. Solensky, eds., *Monarch butterfly biology and conservation*. Pp. 129-134. Ithaca, NY: Cornell University Press.
- Gibbs, D., R. Walton, L. Brower, and A.K. Davis. 2006. Monarch butterfly (*Lepidoptera, Nymphalidae*) migration monitoring at Chincoteague, Virginia and Cape May, New Jersey: A comparison of long-term trends. *J. Kans. Entom. Soc.* 79:156-164.
- Gibo, D.L., and J.A. McCurdy. 1993. Lipid accumulation by migrating monarch butterflies (*Danaus plexippus* L.). *Can. J. Zool.* 71: 76-82.
- Goehring, L., and K.S. Oberhauser. 2002. Effects of photoperiod, temperature and host plant age on induction of reproductive diapause and development time in *Danaus plexippus*. *Ecol. Entomol.* 27(6): 674-685.
- Haber, W.A. 1993. Seasonal migration of monarchs and other butterflies in Costa Rica. In: Malcolm, S.B., and M.P. Zalucki, eds., *Biology and conservation of the monarch butterfly. Scholarly Series* 38:201-207. Natural History Museum of Los Angeles County.
- Hansen Jesse, L.C., and J.J. Obrycki. 2000. Field deposition of Bt transgenic corn pollen: Lethal effects on the monarch butterfly. *Oecologia* 125: 241-248.
- Herman, W.S. 1981. Studies on the adult reproductive diapause of the monarch butterfly, *Danaus plexippus*. *Biol. Bull.* 160:89-106.

- Hoevenaer, T., and S.B. Malcolm. 2004. Effects of milkweed latex and cardenolides on foraging and maintenance behaviors of first instar monarch larvae. In: Oberhauser, K.S., and M.J. Solensky, eds., *Monarch butterfly biology and conservation*. Pp. 55-59. Ithaca, NY: Cornell University Press.
- Hoth, J. 1993. *Rural development and protection of the monarch butterfly (Danaus plexippus) in Mexico: A sustainable development approach*. School of Rural Planning and Development. Canada. (M.Sc. Major research paper). 39 pp.
- Hoth, J., L. Merino, K.S. Oberhauser, I. Pisanty, S. Price, and T. Wilkinson. 1999. *Proceedings of the North American Conference on the Monarch Butterfly*. Montreal: Commission for Environmental Cooperation. 428 pp.
- Howard, E., and A.K. Davis. 2004. Documenting the spring movements of monarch butterflies with Journey North, a citizen science program. In: Oberhauser, K.S., and M.J. Solensky, eds., *Monarch butterfly biology and conservation*. Pp. 105-116. Ithaca, NY: Cornell University Press.
- James, C. 2001. Global review of commercialized transgenic crops. Int'l Serv. Acq. Agri-biotech Appl. <http://www.isaaa.org/Resources/Publications/briefs/24/download/isaaa-brief-24-2001.pdf>. Accessed 17 November 2007.
- James, D.G. 1993. Migration biology of monarchs in Australia. In: Malcolm, S.B., and M.P. Zalucki, eds., *Biology and conservation of the monarch butterfly*. Pp. 189-200. Natural History Museum of Los Angeles County. Los Angeles CA.
- Knight, A.L., L.P. Brower, and E.H. Williams. 1999. Spring remigration of the monarch butterfly, *Danaus plexippus* (Lepidoptera: Nymphalidae) in north-central Florida: Estimating population parameters using mark-recapture. *Biol. J. Linn. Soc.* 68:531-56.
- Lamas, G. 2004. *Nymphalidae. Danainae*. In: Lamas, G., ed., *Checklist: Part 4A. Hesperioidea – Papilionoidea*, pp. 171-172. In: Heppner, J. B., ed., *Atlas of Neotropical Lepidoptera* 5A. Association for Tropical Lepidoptera/Scientific Publishers. Gainesville, FL.
- Lane, J. 1993. Overwintering monarch butterflies in California: Past and present. In: Malcolm, S.B., and M.P. Zalucki, eds., *Biology and conservation of the monarch butterfly*. Pp. 335-44. Natural History Museum of Los Angeles County. Los Angeles CA.
- Leong, K., D., W.H. Sakai, W. Bremer, D. Feuerstein, and G. Yoshimura. 2004. Analysis of the pattern of distribution and abundance of monarch overwintering sites along the California coastline. In: Oberhauser, K.S., and M.J. Solensky, eds., *Monarch butterfly biology and conservation*. Pp. 177-186. Ithaca, NY: Cornell University Press.
- Losey, J.E., L.S. Rayor, and M.E. Carter. 1999. Transgenic pollen harms monarch larvae. *Nature* 399:214.
- Malcolm, S.B. 1991. Cardenolide-mediated interactions between plants and herbivores. In: Berenbaum, M. R., and G.A. Rosenthal, eds., *Herbivores: Their interactions with secondary plant metabolites*. 1:251-296.
- Malcolm, S.B. 1993. Conservation of monarch butterfly migration in North America: An endangered phenomenon. In: Malcolm, S.B., and M.P. Zalucki, eds., *Biology and conservation of the monarch butterfly*. Pp. 357-361. Natural History Museum of Los Angeles County. Los Angeles CA.

- Malcolm, S.B. 1994. Milkweeds, monarch butterflies, and the ecological significance of cardenolides. *Chemoecology* 5:101-117.
- Malcolm, S.B., R.A. Martin, S. P. Lynch, L.P. Brower, S.B. Malcolm, and T. Van Hook. 1992. 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* 3:1-13.
- Malcolm, S.B., B.J. Cockrell, and L.P. Brower. 1987. Monarch butterfly voltinism: Effects of temperature constraints at different latitudes. *Oikos* 49:77-82.
- Malcolm, S.B., B.J. Cockrell, and L.P. Brower. 1989. The cardenolide fingerprint of monarch butterflies reared on the common milkweed, *Asclepias syriaca*. *J. Chem. Ecol.* 15:819-53.
- Malcolm, S.B., B.J. Cockrell, and L.P. Brower. 1993. Spring recolonization of eastern North America by the monarch butterfly: Successive brood or single sweep migration? In Malcolm, S.B., and M.P. Zalucki, eds., *Biology and conservation of the monarch butterfly*. Pp. 253-267. Natural History Museum of Los Angeles County. Los Angeles CA.
- Malcolm, S.B., and M.P. Zalucki. 1996. Milkweed latex and cardenolide induction may resolve the lethal plant defense paradox. *Entomol. Exp. Appl.* 80:193-96.
- Masters, A.R., S.B. Malcolm, and L.P. Brower. 1988. Monarch butterfly (*Danaus plexippus*) thermoregulation behavior and adaptations for overwintering in Mexico. *Ecology* 69:458-67.
- Meade, D. 1999. Monarch butterfly overwintering in Santa Barbara County, California. Report to Planning and Development Department of Santa Barbara County, California. Prepared by Althouse and Meade, Biological and Environmental Services, Paso Robles, California.
- Meitner, C.J., L.P. Brower, and A.K. Davis. 2004. Migration patterns and environmental effects on stopover of monarch butterflies (Lepidoptera, *Nymphalidae*) at Peninsula Point, Michigan. *Environ. Entomol.* 33:249-256.
- Missrie, M. 2004. Design and implementation of a new protected area for overwintering monarch butterflies in Mexico. In: Oberhauser, K.S., and M.J. Solensky, eds., *Monarch butterfly biology and conservation*. Pp. 141-150. Ithaca, NY: Cornell University Press.
- Missrie, M., and K.C. Nelson. 2007. Direct Payments for conservation: Lessons from the monarch butterfly conservation fund. In: A. Usha, ed., *Bio-diversity and conservation: International perspectives*. Pp. 189-212. Hyderabad, India: The Icfai University Press.
- Montesinos-Patiño E.B. 2003. *Biología y estructura genética de las poblaciones locales y migratorias de mariposa monarca (Danaus plexippus L.) en México*. Thesis for the degree of Master of Fundamental Ecology. Instituto de Ecología, UNAM.
- NRCS (Natural Resources Conservation Service). 2001. Natural resources inventory 2001. <http://www.nrcs.usda.gov/Technical/land/nri01/nri01dev.html>. Accessed 8 January 2008.

- Oberhauser, K.S. 2007. *Programma norteamericano de monitero de la mariposa monarca*. In: Pisanty, I., and M. Caso. *Especies, espacios y riegos: Monitoreo para la conservación de la biodiversidad*. Pp 33-58. Instituto Nacional de Ecología (INE-Semarnat). México, DF.
- Oberhauser, K.S., S.J. Brinda, S. Weaver, R.D. Moon, S.A. Manweiler, and N. Read. 2006. Growth and survival of monarch butterflies (*Lepidoptera: Danaidae*) after exposure to permethrin barrier treatments. *Environ. Entomol.* 35 (6): 1626-1634.
- Oberhauser, K.S., I. Gebhard, C. Cameron, and S. Oberhauser. 2007. Parasitism of monarch butterflies (*Danaus plexippus*) by *Lespesia archippivora* (Diptera: Tachinidae). *Amer. Midl. Nat.* 157:312-328.
- Oberhauser, K.S. and A.T. Peterson. 2003. Modeling current and future potential wintering distributions of eastern North American monarch butterflies. *Proc. Nat. Acad. Sci.* 100:14063-14068.
- 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, and R.L. Hellmich. 2001. Temporal and spatial overlap between monarch larvae and corn pollen. *Proc. Nat. Acad. Sci.* 98:11913-18.
- Oberhauser, K.S. and M.J. Solensky. 2002. 2001 Monarch population dynamics meeting: Meeting and working group summaries. <http://www.monarchlab.org/pubs/WorkingGroupSummaries.pdf>. Accessed 4 March 2008.
- Prysby, M.D. 2004. Enemies and survival of monarch eggs and larvae. In: Oberhauser, K.S., and M.J. Solensky, eds., *Monarch butterfly biology and conservation*. Pp. 27-37. Ithaca, NY: Cornell University Press.
- Pyle, R.M. 2000. *Chasing monarchs: Migrating with the butterflies of passage*. Boston: Houghton Mifflin.
- Ramírez, M.I., J.G. Azcárate, and L. Luna. 2003. Effects of human activities on monarch butterfly habitat in protected mountain forests, Mexico. *Forestry Chronicle* 79 (2): 242-246.
- Ramírez, M.I., R. Miranda, and R.M. Guerrero. 2006. *Serie cartografica monarca. Volumen 1. Vegetacion y cubiertas del suelo*. Monarch Butterfly Biosphere Reserve, Mexico.
- Ramírez, M.I., and R. Zubieta. 2005. *Análisis regional y comparación metodológica del cambio en la cubierta forestal en la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca*. Technical report prepared for the Monarca Butterfly Conservation Fund. México, DF. September 2005. 52 pp. Available at: www.wwf.org.mx.
- Rayor, L.S. 2004. Effects of monarch larval host plant chemistry and body size on *Polistes* wasp predation. In: Oberhauser, K.S. and M.J. Solensky, eds., *Monarch butterfly biology and conservation*. Pp. 39-46. Ithaca, NY: Cornell University Press.
- Rendón, E., and C. Galindo Leal. 2005. *Reporte preliminar del monitoreo de las colonias de hibernación de la mariposa monarca*. Report for WWF-México. México, DF. 9 pp. Available at: www.wwf.org.mx.
- Rendón, E., G. Ramírez, J. Pérez and C. Galindo-Leal, eds. 2007. *Memorias del tercer foro mariposa monarca, 2006*. WWF-México. 88 pp. Online at: <http://www.wwf.org.mx/wwfmex/descargas/TFRMM2006.pdf>.

- Rendón-Salinas, E., S. Rodríguez-Mejía, M. Cruz-Piña, C. Galindo-Leal, and S. Rodríguez-Mejía. 2007. *Monitoreo de las colonias de hibernación de mariposa monarca: Superficie forestal de ocupación en diciembre de 2006*. Report for WWF-México. México, DF. 6 pp. Available at: www.wwf.org.mx.
- Rendón-Salinas, E., A. Valera Bermejo, M. Cruz Piña, S. Rodríguez Mejía, and C. Galindo-Leal. 2006a. *Monitoreo de las colonias de hibernación de mariposa monarca: Superficie forestal de ocupación en Diciembre de 2005*. Report for WWF-México. México, DF. 6 pp. Available at: www.wwf.org.mx.
- Rendón-Salinas, A. Valera Bermejo, Ramírez-Galindo, J. Pérez-Ojeda, and C. Galindo-Leal, eds. 2006b. *Memorias Segundo Foro Regional Mariposa Monarca*. México, DF. 102 pp. Available at: www.wwf.org.mx.
- Sears, M.K., R.L. Hellmich, D.E. Stanley-Horn, K.S. Oberhauser, J.M. Pleasants, H.R. Mattila, B. D. Siegfried, and G. P. Dively. 2001. Impact of Bt corn pollen on monarch butterfly populations: A risk assessment. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 98:11937-42.
- Slayback, D.A., L.P. Brower, M.I. Ramirez, and L.S. Fink. 2007. Establishing the presence and absence of overwintering colonies of the monarch butterfly in Mexico by the use of small aircraft. *Amer. Entomol.* 53:28-39.
- Snow, K.B., and M.M. Allen. 1993. The monarch project: A program of practical conservation in California. In: Malcom, S.B., and M.P. Zalucki, eds., *Biology and conservation of the Monarch butterfly*. Pp. 393-394. Natural History Museum of Los Angeles County, Los Angeles, California.
- Solensky, M.J. 004. Overview of monarch migration. In: Oberhauser, K.S., and M.J. Solensky, eds., *Monarch butterfly biology and conservation*. Pp. 79-83. Ithaca, NY: Cornell University Press.
- Stimson, J., and M. Berman. 1990. Predator induced colour polymorphism in *Danaus plexippus* L. (*Lepidoptera: Nymphalidae*) in Hawaii. *Heredity* 65: 401-406.
- Stimson, J., and L. Meyers. 1984. Inheritance and frequency of a color polymorphism in *Danaus plexippus* (*Lepidoptera: Danaidae*) on Ohahu, Hawaii. *J. Res. Lepid.* 23: 153-160.
- Swengel, A.B. 1995. Population fluctuations of the monarch (*Danaus plexippus*) in the 4th of July Butterfly Count 1977–1994. *Amer. Midl. Nat.* 134:205-214.
- University of Georgia. 2007. Project Monarch Health. <http://www.monarchparasites.org/>. Accessed 17 November 2007.
- Urquhart, Fred A. 1976. Found at last: The monarch's winter home. *Nat. Geog.* 150: 161-173.
- USDA (United States Department of Agriculture). 2007. National Agricultural Statistics Service. <http://www.nass.usda.gov/index.asp>. Accessed 17 November 2007.
- Vane-Wright, R.I. 1986. White monarchs. *Antenna* 10: 117-118.
- Vane-Wright, R.I. 1993. The Columbus hypothesis: An explanation for the dramatic 19th century range expansion of the monarch butterfly. In Malcolm, S.B., and Myron P. Zalucki, eds., *Biology and conservation of the monarch butterfly*. Pp 179-187. Natural History Museum of Los Angeles County. Los Angeles CA.

- Vane-Wright, R.I. 2007. Linnaeus' butterflies. *The Linnaean Collections* 7:59-74.
- Ventana Wildlife Society. 2007. Monitoring migrating monarchs in Monterey County. <http://www.ventanaws.org/conservation/monarchs.htm#updates>. Accessed 9 November 2007.
- Walton, R.K., and L.P. Brower. 1996. Monitoring the fall migration of the monarch butterfly *Danaus plexippus* L. (Nymphalidae: *Danainae*) in eastern North America: 1991–1994. *J. Lepid. Soc.* 50:1-20.
- Walton, R.K., L.P. Brower and A.K. Davis. 2005. Long-term monitoring and fall migration pattern of the monarch butterfly in Cape May, New Jersey. *Ann. Entomol. Soc. Amer.* 98:682-689.
- Wells, S.M., R.M. Pyle, and N.M. Collins 1983. *The IUCN invertebrate red data book*. Gland, Switzerland: International Union for Conservation of Nature and Natural Resources.
- Woodson, R. E. 1954. The North American species of *Asclepias* L. *Ann. Mo. Bot. Gard.* 41:1-211.
- WWF (World Wildlife Fund). 2004. *La tala ilegal y su impacto en la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca*. WWF-México. México, DF. 37 pp. Available at: www.wwf.org.mx.
- WWF. 2006. *Pérdida y deterioro de los bosques en la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca 2005–2006*. WWF-México. México, DF. 8 pp. Available at: www.wwf.org.mx.
- Zalucki, M.P., and L.P. Brower. 1992. Survival of first instar larvae of *Danaus plexippus* (Lepidoptera: *Danainae*) in relation to cardiac glycoside and latex content of *Asclepias humistrata* (Asclepiadaceae). *Chemoecology* 3:81-93.
- Zalucki, M.P., A.R. Clarke, and S.B. Malcolm. 2002. Ecology and behavior of first instar larval Lepidoptera. *Annu. Rev. Entomol.* 47:361–93.
- Zalucki, M.P. and S.B. Malcolm. 1999. Plant latex and first instar monarch larval growth and survival on three North American milkweed species. *J. Chem. Ecol.* 25:1827-42.
- Zhu, H.I. Sauman, Q.Yuan, A. Casselman, M. Emery-Le, and S. Reppert. 2008. 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.

14 APPENDIX: LIST OF ACRONYMS

BCWG	Biodiversity Conservation Working Group, CEC
CEC	Commission for Environmental Cooperation
Cofom	<i>Comisión Forestal de Michoacán</i> (Forestry Commission of Michoacán)
Conafor	<i>Comisión Nacional Forestal</i> (National Forestry Commission)
Conanp	<i>Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas</i> (National Commission for the Protection of Natural Areas; part of Semarnat)
CWS	Canadian Wildlife Service
FMCN	<i>Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza</i> (Mexican Fund for the Conservation of Nature)
IPN	<i>Instituto Politecnico Nacional</i> (National Polytechnic Institute)
IUCN	International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (also known as the World Conservation Union)
MBBR	Monarch Butterfly Biosphere Reserve
NAPPC	North American Pollinator Protection Campaign
NDDB	Natural Diversity Data Base, California Department of Fish and Game
NGO	Nongovernmental organization (general term for many not-for-profit organizations)
PCA	Parks Canada Agency
Probosque	<i>Protectora de Bosques del Estado de México</i> (Protector of Woodlands of the State of México).
Profepa	<i>Procuraduría Federal de Protección al Ambiente</i> (Federal Law Office for Environmental Protection, Semarnat)
SARA	Species at Risk Act (Canada)
Semarnat	<i>Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales</i> (Ministry of the Environment and Natural Resources)
TPWD	Texas Parks and Wildlife Department
UNAM	<i>Universidad Nacional Autónoma de México</i> (National Autonomous University of Mexico)
USAID	United States Agency for International Development
USFS	United States Forest Service
USFWS	United States Fish and Wildlife Service
USNPS	United States National Park Service
WWF	World Wildlife Fund

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



MARIPOSA MONARCA

Danaus plexippus

ÍNDICE

PREFACIO	55
1 RESUMEN EJECUTIVO	59
2 ANTECEDENTES	61
2 DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE	61
3.1 Adultos	61
3.2 Huevos	63
3.3 Larvas	63
3.4 Crisálidas	63
4 PLANTAS HOSPEDERAS: ASCLEPIAS	64
5 CICLO DE VIDA ANUAL DE LA MARIPOSA MONARCA	66
5.1 Migración	66
5.2 Invernación	68
6 DISTRIBUCIÓN MUNDIAL	70
7 DESCUBRIMIENTO DE LOS SITIOS DE INVERNACIÓN	71
8 ESTADO Y CONDICIÓN ACTUALES	72
8.1 Población oriental	72
8.2 Población occidental	75
9 FACTORES ACTUALES QUE OCASIONAN PÉRDIDA O DISMINUCIÓN	75
9.1 Pérdida y degradación del hábitat de reproducción	75
9.2 Pérdida y degradación del hábitat de invernación	77
9.3 Enfermedades y parásitos	79
9.4 Cambio climático	80
9.5 Uso de plaguicidas	80
10 SITUACIÓN LEGAL, MANEJO Y ACCIONES	81
10.1 Internacional	81
10.2 Canadá	84
10.3 Estados Unidos	86
10.4 México	87
11 PERCEPCIÓN Y ACTITUDES PÚBLICAS Y COMERCIALES	89
12 ACCIONES DE CONSERVACIÓN TRINACIONALES: OBJETIVOS Y METAS	90
12.1 Objetivos específicos del plan de conservación de la mariposa monarca	90
12.2 Cuadro de acciones específicas	92
13 BIBLIOGRAFÍA	97
14 SIGLAS Y ACRÓNIMOS	105

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 (PANCOMM) 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 4º 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 Jeanson, 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 monarcas, 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 larvarias 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 algodóncillo 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 geneto) 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 geneto
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.

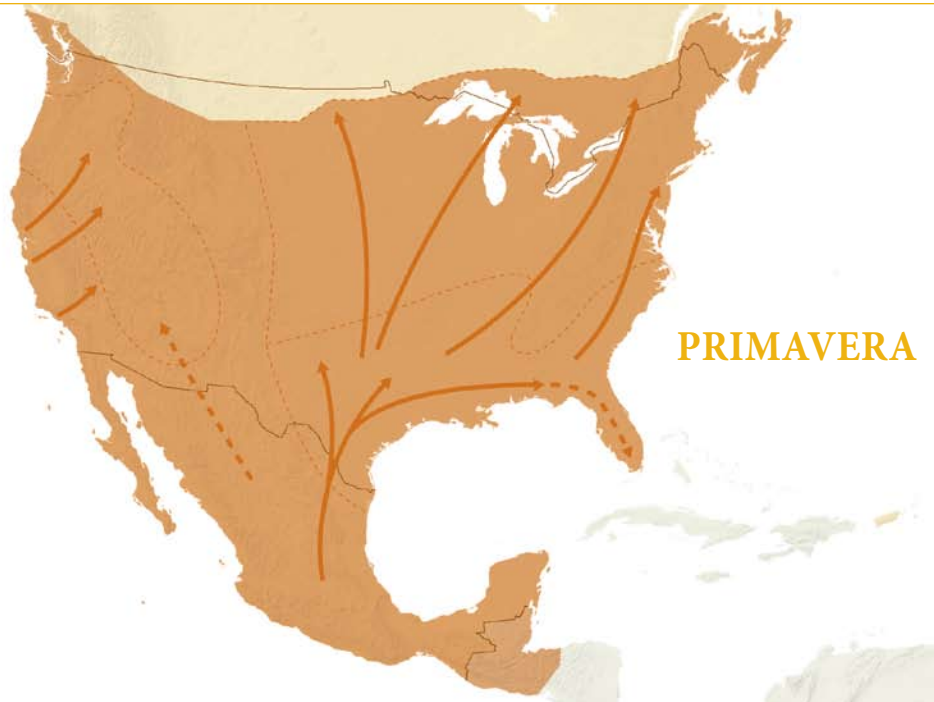
Las mariposas que forman parte de la población oriental ponen huevos en el norte de México y el sur de Estados Unidos, y corresponde a la generación resultante de estos huevos —ya como ejemplares adultos— recolonizar la parte norte del área de reproducción (Malcolm *et al.*, 1987, 1993). La población 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 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.

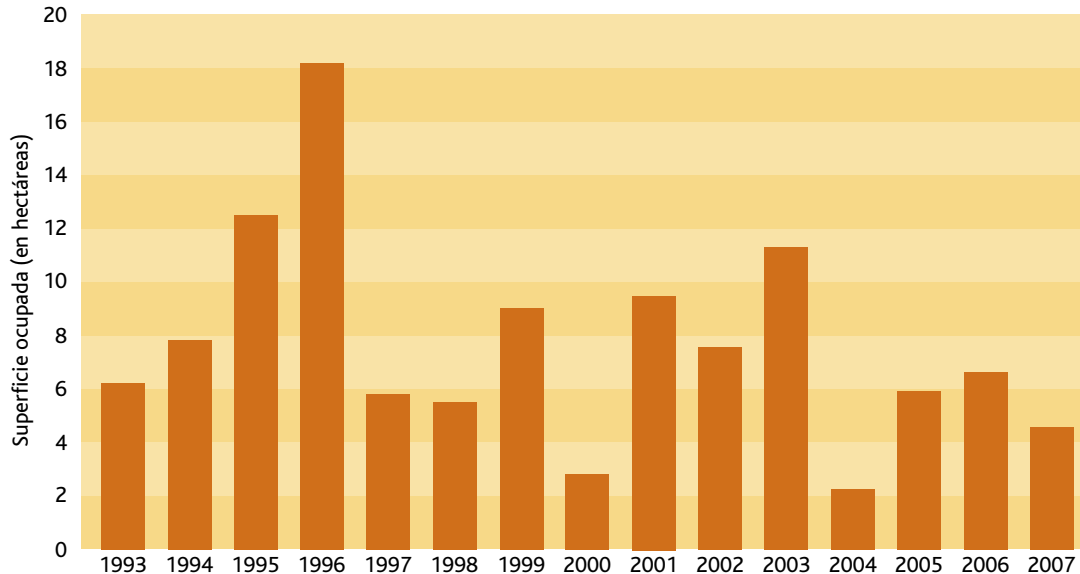
8.1.2 Monitoreo de la población en etapa reproductiva

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).

Monitoreo de larvas de la monarca. Voluntaria del proyecto (Proyecto de Monitoreo de Larvas de Monarca).



(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 $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$) si están secas, 50 por ciento de los individuos mojados se congelan a temperaturas de $-4.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ (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— peligran, 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.

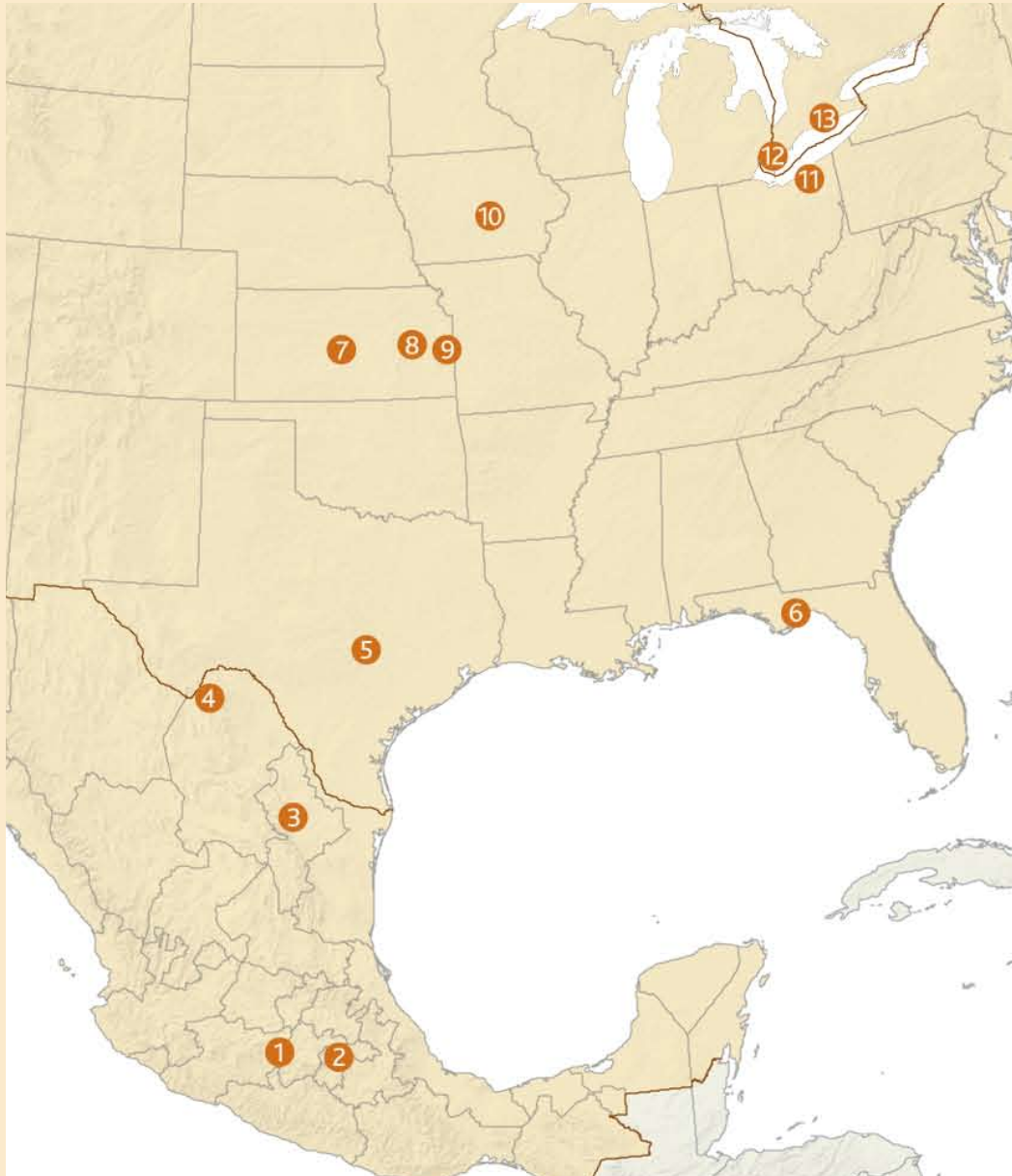
Desde 1993, la Oficina de Programas Internacionales del USFS trabaja con administradores de la RBMM y colaboradores de la región para desarrollar capacidades de administración, proveer a las comunidades de directrices para el manejo de los recursos y conservar los recursos naturales en las zonas núcleo 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)

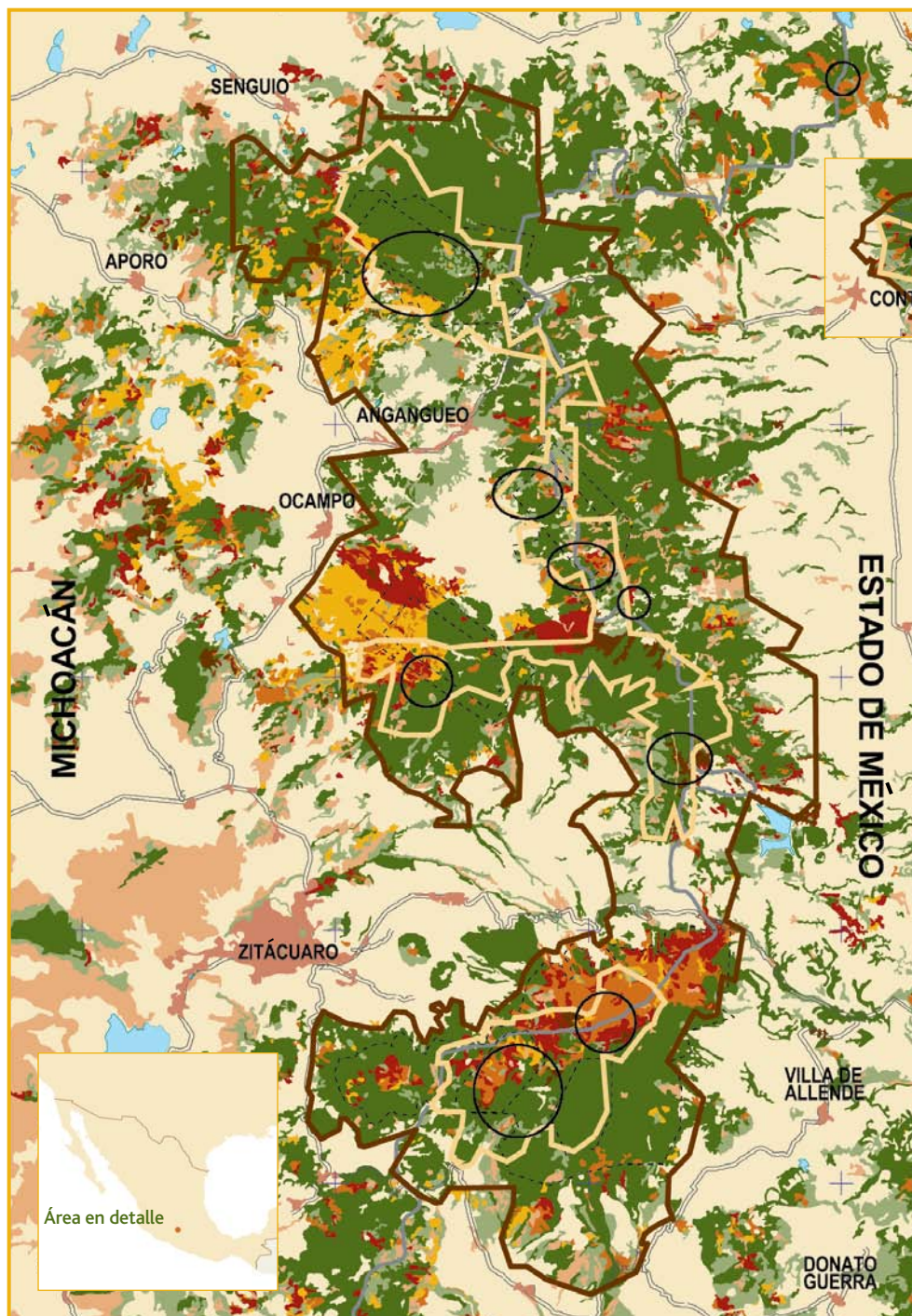
10.2 Canadá

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 internación, 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 (Funacomm) 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).

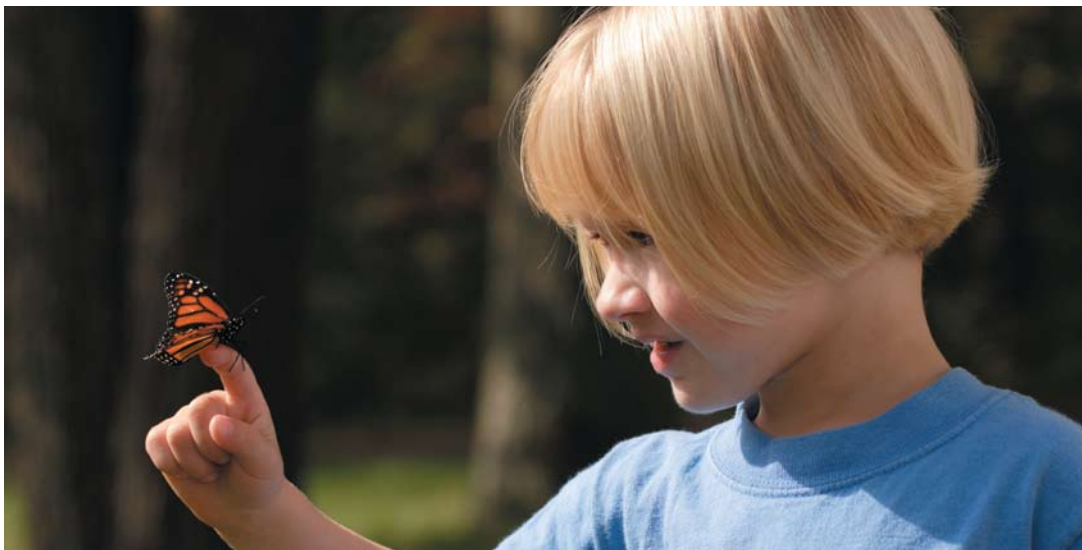
11 PERCEPCIÓN Y ACTITUDES PÚBLICAS Y COMERCIALES

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 CO2, 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 PANCM as 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>)

Plan nord-américain de conservation du monarque



MONARQUE

Danaus plexippus

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS	109
1 RÉSUMÉ	113
2 CONTEXTE	115
3 DESCRIPTION DE L'ESPÈCE	115
3.1 Le monarque adulte	115
3.2 L'œuf	117
3.3 La larve	117
3.4 La pupe	117
4 LES PLANTES HÔTES : LES ASCLÉPIADES	118
5 LE CYCLE DE VIE ANNUEL DU MONARQUE	120
5.1 La migration	120
5.2 L'hivernage	122
6 RÉPARTITION MONDIALE	124
7 DÉCOUVERTE DES AIRES D'HIVERNAGE	125
8 SITUATION ACTUELLE	126
8.1 Population de l'Est	126
8.2 Population de l'Ouest	129
9 FACTEURS ACTUELS ENTRAÎNANT UNE PERTE OU UN DÉCLIN	129
9.1 Perte et dégradation d'habitats de reproduction	129
9.2 Perte et dégradation d'habitats d'hivernage	131
9.3 Maladies et parasites	133
9.4 Changements climatiques	134
9.5 Utilisation de pesticides	134
10 SITUATION JURIDIQUE, MESURES DE GESTION ET INTERVENTIONS	135
10.1 Échelle internationale	135
10.2 Canada	138
10.3 États-Unis	140
10.4 Mexique	141
11 PERCEPTION DU MONARQUE PAR LE PUBLIC ET INCIDENCES COMMERCIALES DE L'ESPÈCE	143
12 MESURES TRINATIONALES DE CONSERVATION : OBJECTIFS ET CIBLES	144
12.1 Objectifs particuliers du Plan de conservation du monarque	144
12.2 Tableau des mesures particulières	146
13 RÉFÉRENCES	151
14 ANNEXE - LISTE DES ACRONYMES	159

FICHE D'INFORMATION SUR LE MONARQUE

■ Nom commun :	Monarque
■ Nom scientifique :	<i>Danaus plexippus</i> L.
■ Statut :	N'est pas une espèce en voie de disparition – L'Union mondiale pour la nature a désigné la migration du monarque comme étant un phénomène en danger de disparition.
■ Description :	<ul style="list-style-type: none">• Grand papillon nymphalidé (envergure de 9–10 cm)• Coloration d'avertissement : orangé et noir• Toxique pour la plupart des vertébrés parce qu'il contient des glucosides cardiotoniques qu'il tire de l'asclépiade (<i>Asclepias</i> spp.)• Sexuellement dimorphe. Les nervures noires sont plus larges sur les ailes de la femelle; le mâle a, sur les ailes postérieures, de petites poches où il stocke des phéromones.• D'importantes populations passent l'été dans les régions tempérées, puis migrent vers le sud, jusqu'au Mexique, pour y hiverner. Il y a une petite population résidente au Mexique.• Le monarque est une espèce d'origine tropicale.
■ Habitat :	<ul style="list-style-type: none">• Régions tropicales à tempérées• Partout où pousse l'asclépiade• Forêts de sapins, de pins, de chênes et de cèdres pendant l'hivernage• Végétation secondaire• Habitats perturbés tels que les bordures des routes et les zones avoisinant les champs agricoles
■ Aire de répartition :	<ul style="list-style-type: none">• En Amérique : du sud du Canada jusqu'à l'Amérique centrale et l'Amérique du Sud• En Amérique du Nord : au moins trois populations (population de l'Est, population de l'Ouest et population résidente du Mexique)• Population de l'Ouest : de la Colombie-Britannique à la Californie• Population de l'Est : du sud du Canada et de l'est des États-Unis (à l'est des Rocheuses) jusqu'au centre du Mexique (États de Michoacán et de México). Certains papillons poursuivent leur migration jusqu'en Floride et dans les Antilles• Population résidente du Mexique : dispersée partout au Mexique• À la suite d'introductions survenues au 19^e siècle, le monarque a colonisé des régions de l'Australie, de l'Indonésie, des îles Canaries et de l'Espagne
■ Migration :	Population de l'Ouest : Les monarques migrent à l'automne depuis la Colombie-Britannique, les États de Washington et d'Oregon et d'autres États américains de l'Ouest jusqu'à des aires d'hivernage situées le long de la côte de la Californie. Population de l'Est : Les monarques migrent à l'automne depuis le sud-est du Canada et l'est des États-Unis jusqu'à leurs aires d'hivernage dans la région centrale du Mexique; au printemps, ils recolonisent leur aire de reproduction au Texas. Pendant l'hivernage, ils se rassemblent dans des zones d'une superficie extrêmement restreinte.
■ Stades de vie :	Œuf – Larve (ou chenille) – Pupe (ou chrysalide) – Adulte (ou imago)
■ Alimentation :	La larve se nourrit exclusivement de feuilles d'asclépiade (<i>Asclepias</i> spp). Elle est donc strictement spécialiste. L'adulte est un généraliste qui se nourrit du nectar d'une grande variété de fleurs et qui s'abreuve d'eau.
■ Longévité :	La durée de vie de l'adulte varie de moins d'un mois à neuf mois. Les adultes des cohortes du printemps et de l'été vivent environ quatre semaines. Cependant, les individus de la génération migratrice peuvent vivre jusqu'à neuf mois (génération Mathusalem) et effectuent la migration aller-retour. Les limites boréales de l'aire de répartition du monarque sont atteintes par les papillons de la deuxième ou troisième génération.
■ Répercussions et menaces :	<ul style="list-style-type: none">• La destruction et la fragmentation des habitats dans toute la voie migratoire, particulièrement dans les aires d'hivernage et de reproduction• La perte d'habitats par suite de l'urbanisation• L'utilisation de produits agrochimiques toxiques• La diminution des populations d'asclépiades• Les organismes génétiquement modifiés (OGM) tels que le soja qui tolèrent les herbicides (<i>Asclepias</i> ne les tolère pas)• Les parasites (virus, bactéries et protozoaires)• Les changements climatiques• Le manque d'information/le manque de sensibilisation à l'environnement

AVANT-PROPOS

Dans l'*Accord nord-américain de coopération dans le domaine de l'environnement* entré en vigueur en 1994, qui créait la Commission de coopération environnementale (CCE), le Canada, le Mexique et les États-Unis s'engageaient à coopérer davantage afin de mieux conserver, protéger et améliorer l'environnement, notamment la flore et la faune sauvages. Le *Plan stratégique concerté pour la conservation de la biodiversité en Amérique du Nord* établi en 2003 par la CCE renforce cet engagement en adoptant une perspective intégrée à l'égard de la conservation et de l'utilisation durable des ressources biologiques. Le présent Plan nord-américain de conservation du monarque (PNACM) est un élément constitutif de cette approche; il a pour but de soutenir et de compléter les initiatives déjà en cours afin que les populations de monarques demeurent saines et continuent à bénéficier d'habitats salubres dans la totalité de leur voie migratoire.

Le monarque : une occasion de mener une intervention fructueuse à l'échelle continentale

À la suite de la localisation par le professeur Fred Urquhart des zones d'hivernage du monarque dans la région des montagnes volcaniques du centre-sud du Mexique, il y a plus de trente ans, le phénomène de la stupéfiante migration de ce papillon est devenu célèbre. Cette créature aussi fragile que fascinante, que tous les enfants connaissent, est devenue en quelque sorte un émissaire trinational — une espèce représentative de notre patrimoine naturel commun et, partant, de notre responsabilité commune en matière de protection de ce patrimoine.

Chacun des pays nord-américains a sur son territoire une combinaison des habitats que le monarque utilise lors de la reproduction, de la migration et de l'hivernage et, à chacun de ces trois stades de sa vie, le monarque a besoin de ressources différentes. Tout maillon faible dans la chaîne d'habitats dont il dépend menace l'intégrité de l'ensemble du phénomène migratoire. Or, autant ces habitats diffèrent, autant les caractéristiques socioéconomiques et culturelles des zones dans lesquelles ils se trouvent varient, ce qui nécessite que les trois pays adoptent des stratégies tout à la fois différentes et complémentaires. Tenant compte de notre responsabilité commune aussi bien que de nos différences, cette initiative trinationale vise à améliorer — par une action concertée — l'efficacité des mesures de conservation que chacun des pays prend pour préserver ce rare phénomène.

Assurer la conservation : promouvoir des modes de subsistance locaux durables

À l'instar d'un grand nombre d'espèces et de phénomènes naturels en danger de disparition, le monarque fait face à différentes menaces tout au long de sa voie migratoire, qu'il s'agisse de la disparition de ses habitats d'hivernage, de la prédation ou des répercussions des herbicides et pesticides utilisés dans ses aires de reproduction. Chacun de ces facteurs de stress se présente dans un contexte économique, social et institutionnel qui lui est propre.

Le présent plan de conservation du monarque reconnaît que, pour que notre intervention soit efficace et ait des effets durables, nous devons relever certains des défis socioéconomiques locaux et intégrer des approches innovatrices qui visent à promouvoir des modes de subsistance locaux durables.

Le Plan nord-américain de conservation du monarque

Le 27 juin 2007, le Conseil de la CCE a donné à son Secrétariat la directive de soutenir les efforts multilatéraux concertés déjà déployés pour élaborer un Plan nord-américain de conservation du monarque, en vue d'assurer la santé des populations de monarques et la salubrité de leurs habitats tout au long du parcours migratoire de l'espèce, avec le soutien d'un réseau trilatéral d'aires de conservation apparentées et avec la participation des collectivités locales. En conséquence, la CCE a organisé un atelier trinational à Morelia (État de Michoacán) en décembre 2007 et a ainsi obtenu l'avis d'un nombre considérable d'experts d'une grande variété de champs de spécialisation en provenance du Canada, du Mexique et des États-Unis.

Pour l'élaboration du PNACM, nous avons pu bénéficier du précieux apport et de l'examen minutieux d'un nombre considérable de spécialistes de multiples disciplines en provenance du Canada, du Mexique et des États-Unis.

Le PNACM présente l'information la plus récente sur l'espèce, fait le point sur la situation actuelle, décrit les principaux facteurs de risque auxquels l'espèce et ses habitats sont exposés tout au long de la voie migratoire, et résume les mesures de conservation prises actuellement dans chaque pays. À la lumière de ces informations, il 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.

Remerciements

Il y a longtemps que les organismes gouvernementaux, les organisations non gouvernementales, le public et les milieux scientifiques effectuent des recherches et collaborent afin de promouvoir la conservation du monarque. Le présent plan ne serait pas possible sans les efforts dévoués de tous ces intervenants.

Nous tenons à exprimer notre vive reconnaissance aux participants et aux experts qui nous ont fait bénéficier de leur sagesse et de leurs connaissances lors des réunions et ateliers (énumérés plus loin) qui ont conduit à l'établissement du PNACM. Nous remercions les organismes et groupes qui ont contribué à l'organisation de ces ateliers et rencontres.

Nous sommes particulièrement redevables à Karen Oberhauser, de l'University of Minnesota et du *Monarch Butterfly Sanctuary* (Sanctuaire du monarque), pour le rôle de coordonnatrice et d'auteure principale du PNACM qu'elle a accepté d'assumer. Nous remercions pour leur collaboration les coauteurs: Donita Cotter, Donald Davis, Robert Décarie, Alberto Elton Behnumea, Carlos Galindo-Leal, 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, María Pía Gallina Tessaro et Ali Wilson. Les pairs examinateurs des versions ultérieures ont été Lincoln P. Brower, Exequiel Ezcurra, Scott Hoffman Black, Jürgen Hoth, Fiona Hunter, Felix

Sperling and Orley Taylor Jr. Nous profitons de l'occasion pour saluer le rôle directeur assumé et la contribution apportée par la *Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas* (Conanp, Commission nationale des aires naturelles protégées du Mexique) et, en particulier, le personnel de la *Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca* (Réserve de la biosphère du monarque).

Nous tenons à remercier le Groupe de travail de la CCE sur la conservation de la biodiversité pour le soutien qu'il a apporté à cette initiative. Nous remercions aussi les personnes et organisations qui ont contribué au projet en y apportant des données et des analyses, ainsi que toutes les personnes, trop nombreuses pour qu'on puisse les nommer, à qui nous sommes énormément redevables pour leur soutien et leur collaboration. Nous exprimons notre gratitude à Karen Schmidt, Jeffrey Stoub, Johanne David, Jacqueline Fortson et Douglas Kirk, de la CCE, qui ont apporté leur précieux concours à l'élaboration et à la mise au point du présent plan, et à Hans Herrmann, gestionnaire principal du programme relatif à la biodiversité, qui a coordonné les travaux.

Atelier trinational d'experts de la CCE: Établissement d'un Plan nord-américain de conservation du monarque, Morelia (Michoacán), Mexique, du 5 au 7 décembre 2007

L'atelier trinational d'experts a été organisé par le Secrétariat conformément à la directive que le Conseil de la CCE lui avait donnée dans sa résolution no 07-09, *Coopération trinationale en vue de conserver le monarque et de favoriser des modes de subsistance durables au niveau local*, pour faire progresser l'initiative multilatérale concertée du PNACM lancée lors de l'atelier de 2006 sur la conservation de la voie migratoire du monarque.

Participants: 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 Patiño, 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 (animateur), Hans Hermann, Karen Schmidt.

Atelier sur la conservation de la voie migratoire du monarque, Mission (Texas), États-Unis, les 6 et 7 décembre 2006

L'initiative de l'établissement d'un PNACM a été lancée lors de l'atelier sur la conservation de la voie migratoire du monarque, tenu en décembre 2006 à Mission (Texas). Cet atelier était parrainé par le volet des programmes internationaux de l'*US Forest Service* (Service des forêts des États-Unis), l'*US Agency for International Development* (USAID, Agence des États-Unis pour le développement international), le *Texas Parks and Wildlife Department* (TPWD, Service des parcs et de la faune du Texas), le *Wildlife Trust* et la ville de McAllen (Texas). Des représentants d'organismes, d'universités et d'organisations non gouvernementales des trois pays y ont participé.

Participants: María Araújo, 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, Tiburcio Ybarra Caballero.

Les participants à l'atelier ont choisi trois représentants de chaque pays appelés à siéger à un comité de planification. Le comité du PNACM s'est réuni à deux reprises afin d'élaborer les objectifs et les mesures devant faire partie du Plan.

- **Réunion du comité du PNACM lors du 4^e Forum régional sur le monarque (Foro Monarca), Morelia (Michoacán), du 14 au 16 mars 2007**- María Araújo, Jean Lauriault, Carlos Galindo Leal, Concepción Miguel Martínez, Karen Oberhauser, Juan José Reyes Rodríguez.
- **Réunion du comité du PNACM lors de la XII^e Réunion du Comité trilatéral Canada/Mexique/États-Unis pour la conservation et la gestion des espèces sauvages et des écosystèmes, Québec (Québec), 13 mai 2007** - María Araújo, Donita Cotter, Donald Davis, María Pía Gallina, Margee Haines, Karen Oberhauser, Irene Pisanty, Eduardo Rendón Salinas, Juan José Reyes Rodríguez, Mary Rothfels.

Atelier trilatéral sur les aires protégées apparentées de conservation du monarque, Morelia (Michoacán), du 27 au 30 mars 2006

L'initiative de la mise en place d'un réseau d'aires protégées apparentées pouvant collaborer afin de réaliser des projets de conservation du monarque, et de la demande de fonds à la CCE pour l'élaboration d'un guide des protocoles normalisés de surveillance, a été lancée lors de cet atelier organisé par la *Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas* (Conanp, Commission nationale des aires naturelles protégées du Mexique), l'*US Fish and Wildlife Service—National Wildlife Refuge System* (Réseau national de refuges fauniques, Service des pêches et de la faune des États-Unis) et le Service canadien de la faune (SCF).

Participants : Martín Arriaga Pérez, Paul Ashley, James Burnett, Donita Cotter, Alberto Elton Benhumea, María Pía Gallina, Nancy Gilbertson, Mónica Herzig, Mike Higgins, Deborah Holle, Jean Lauriault, André 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 et Héctor Zepeda.

Nous espérons que le PNACM permettra d'améliorer la coopération et le réseautage entre les divers secteurs de la société qui œuvrent à la préservation du monarque et de ses habitats en Amérique du Nord.

1 RÉSUMÉ

Le monarque (*Danaus plexippus* L.) est peut-être le papillon le mieux connu du monde. Ses migrations dans l'ensemble de l'Amérique du Nord jusqu'à ses aires d'hivernage au Mexique et en Californie figurent parmi les phénomènes naturels les plus spectaculaires et inhabituels de la planète. Toutefois, la perte et la dégradation des habitats entraînent des menaces pour les deux populations migratrices nord-américaines de monarques, l'une dans la partie Est du continent et l'autre, dans la partie Ouest, tout au long de leur cycle annuel de reproduction, de migration et d'hivernage. Le phénomène migratoire déclinera certainement si l'on ne pare pas à ces menaces.

Le monarque dépend d'une vaste gamme d'habitats au Canada, aux États-Unis et au Mexique; par conséquent, la conservation de son phénomène migratoire nécessite une coopération trilatérale. Le Plan nord-américain de conservation du monarque (PNACM) vise à établir un programme concerté à long terme en vue d'assurer la conservation de cette espèce.

Le présent document résume les données scientifiques sur le taux de perte d'habitats à chaque stade du cycle de vie annuel du monarque. Du fait que les aires d'hivernage ont une superficie relativement restreinte, la disparition de ces habitats causée par l'exploitation forestière commerciale et de subsistance au Mexique, ainsi que par l'exploitation commerciale et l'expansion urbaine en Californie, suscite les préoccupations les plus immédiates. Des analyses récentes des aires d'hivernage documentent une perturbation cumulative du cinquième de la superficie boisée de la *Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca* (RBMM, Réserve de la biosphère du monarque), au Mexique, entre 1986 et 2006. Aux États-Unis, l'évolution des pratiques agricoles et la banlieusardisation des zones agricoles entraînent des pertes d'environ 876 000 hectares par année de terres pouvant accueillir les plantes hôtes et les sources de nectar indispensables à la reproduction et à la migration du monarque.

La conservation et la remise en état des habitats sont absolument nécessaires à la survie du monarque. Le Mexique, le Canada et les États-Unis doivent collaborer pour faire en sorte : 1) qu'une superficie suffisante d'habitats appropriés soit disponible dans les aires d'hivernage aux États-Unis et au Mexique pour que les populations survivent; 2) qu'une superficie suffisante d'habitats de reproduction et de migration soit disponible au Canada, au Mexique et aux États-Unis pour maintenir l'apport actuel à la population nord-américaine totale.

Le PNACM est subdivisé en 11 sections. Les sept premières font le point sur l'espèce et sa situation actuelle. La huitième indique les principales causes de perte ou de déclin et met en perspective les sections ultérieures, concernant les mesures de gestion actuellement prises dans chaque pays et la perception de l'espèce par le public. Prenant appui sur ce contexte, des objectifs et mesures trinationalaux concertés en matière de conservation ont été établis et sont énumérés à la dernière section. Les objectifs qui revêtent l'importance la plus immédiate et qui offrent les meilleures perspectives de coopération trilatérale sont les suivants :

- Réduire ou éliminer le déboisement causé par des pratiques non durables d'exploitation forestière et la conversion des habitats dans les aires d'hivernage. Cet objectif devra être atteint par une combinaison de mesures de surveillance et d'application des lois en vigueur, de prévention et d'atténuation, ainsi que de soutien de pratiques durables d'activité économique et de gestion forestière.

*La conservation
et la remise en
état des habitats
sont absolument
nécessaires
à la survie du
monarque.*

- Lutter contre les menaces de perte et de dégradation d'habitats le long de la voie migratoire. Une conservation efficace de la voie migratoire requiert des mesures de gestion immédiates. Ces mesures devront être soutenues par des activités de recherche et de surveillance permettant de déterminer le type et l'emplacement des habitats qui ont le plus d'importance pour le monarque durant ses migrations printanière et automnale, de même que par la compréhension des façons dont les activités humaines influent sur la disponibilité et la qualité de ces habitats.
- Lutter contre les menaces de perte, fragmentation et modification des habitats de reproduction. Afin de pouvoir conserver les habitats de reproduction, il faudra acquérir de meilleures connaissances sur les plantes hôtes du monarque et les façons dont les pratiques d'utilisation des terres influent sur la répartition et l'abondance de nombreuses espèces d'asclépiade (*Asclepias*). Il faudra encourager les pratiques d'utilisation des terres respectueuses de la reproduction du monarque auprès des organismes gouvernementaux, des organisations privées vouées à la conservation et des propriétaires fonciers publics et privés.
- Élaborer des approches habilitantes innovatrices. Des incitations à la conservation telles que le paiement de services environnementaux par le *Fondo para la Conservación de la Mariposa Monarca* (Fonds de conservation du monarque) dans la RBMM pourraient contribuer à atténuer les menaces imputables à la perte d'habitats. Des actions trilatérales concertées telles que le soutien et l'expansion du réseau d'aires protégées apparentées assurant la conservation du monarque permettront de protéger les habitats, de soutenir l'éducation environnementale et de renforcer les efforts de surveillance. Il faudra que ces actions soient élargies et qu'elles soient reproduites dans d'autres régions et par d'autres organisations.
- Surveiller la distribution et l'abondance des populations de monarques et la qualité de leurs habitats par rapport à des données de référence, notamment en ce qui concerne la disponibilité de l'eau. Les organismes gouvernementaux et non gouvernementaux devront soutenir la mise au point et la diffusion d'un programme de surveillance, ainsi que l'établissement d'un diagnostic sur les forces agissantes, biologiques et socioéconomiques, sur la dynamique des populations de monarques. Une surveillance concertée sur l'ensemble du cycle annuel du monarque et l'échange transparent de données sont essentiels à la compréhension de l'état de la population et de l'efficacité des mesures de conservation.

2 CONTEXTE

Probablement le papillon le plus connu du monde, le monarque (*Danaus plexippus* L.) a fait l'objet de recherches sur les interactions entre les insectes et les plantes hôtes, les mécanismes de défense des insectes, le mimétisme, la migration, la physiologie de la reproduction, la biologie de l'hivernage, la conservation des habitats, la gestion communautaire, l'écotourisme et de nombreuses autres questions. Si ce papillon est si bien connu, c'est à cause de la spectaculaire migration qu'effectue sa population de l'est de l'Amérique du Nord, depuis ses aires de reproduction estivales, au Canada et dans la partie nord des États-Unis, jusqu'à ses habitats d'hivernage dans le centre du Mexique. Même si l'espèce, en soi, n'est pas en danger de disparition, sa migration nord-américaine est considérée comme un phénomène biologique en péril à cause des menaces qui pèsent sur les habitats du monarque durant son cycle annuel de reproduction, de migration et d'hivernage. Puisque le monarque dépend d'une vaste gamme d'habitats au Canada, aux États-Unis et au Mexique, la préservation de son phénomène migratoire requiert une coopération trilatérale.

3 DESCRIPTION DE L'ESPÈCE

Le monarque fait partie de la famille des *Nymphalidae* (sous famille des *Danainae*). Il a été appelé *Papilio plexippus* par Linné en 1758 (Vane-Wright, 2007). C'est l'espèce type du genre *Danaus*, nommé par Kluk en 1780. Même si un récent répertoire des papillons d'Amérique latine distinguait six sous-espèces de *D. plexippus* (Lamas, 2004), les séquences d'ADN mitochondrial laissent penser que ces groupes ne sont pas génétiquement distincts (Brower et Jeansonne, 2004) et qu'au moins l'une des sous-espèces (*D. plexippus megalippe*) pourrait se mélanger dans les Antilles à la sous-espèce migratrice *D. plexippus plexippus*. Le présent document porte sur la sous-espèce *Danaus plexippus plexippus* au Mexique, aux États-Unis et au Canada.

3.1 Le monarque adulte

Le monarque adulte est un papillon relativement grand, d'une envergure d'environ 9 à 11 cm. Ses ailes d'une vive couleur orangée sont ornées de nervures noires et ont une bordure noire parsemée de points blancs. Le dessous des ailes est d'un orangé plus pâle, de sorte que les monarques sont camouflés lorsqu'ils sont au repos dans les arbres ou sur d'autres substrats, les ailes repliées, individuellement ou en groupe. L'espèce est sexuellement dimorphe. Le mâle est légèrement plus grand que la femelle; il a, sur chaque aile postérieure, une tache noire faite d'écaillés androconiales. Ces écaillés androconiales, qui produisent de la phéromone, sont utilisées par le mâle dans des espèces apparentées pour attirer les femelles. Toutefois, la plupart des chercheurs s'accordent à dire que la communication chimique joue un rôle moins important chez le monarque que chez d'autres espèces du même genre. La femelle

Même si l'espèce, en soi, n'est pas en danger de disparition, sa migration nord-américaine est considérée comme un phénomène biologique en péril à cause des menaces qui pèsent sur les habitats du monarque durant son cycle annuel de reproduction, de migration et d'hivernage.

Monarques adultes, mâle et femelle

- 1 Femelle sur une rudbeckie
- 2 Fente abdominale visible sur l'abdomen d'une femelle
- 3 Mâle sur des zinnias
- 4 Organe reproducteur d'un mâle, visible sur l'abdomen



est dépourvue de ces taches androconiales; elle a un nombre un peu plus grand d'écailles brunes dans les taches orangées de ses ailes, ainsi que de plus nombreuses écailles noires sur les nervures des ailes, ce qui fait paraître ces nervures plus larges.

Il y a des variantes de couleur chez le monarque adulte; la plus remarquable d'entre elles (*nivosus*) est une variante où l'orangé est remplacé par du blanc (Stimson et Meyers, 1984).

Cette variante est causée par un seul gène récessif qui a été découvert partout dans le monde, notamment en Australie, en Nouvelle-Zélande, en Indonésie et aux États-Unis. Elle est extrêmement rare partout ailleurs qu'à Hawaï où elle se retrouve parfois dans jusqu'à 10 % de la population (Stimson et Berman, 1990; Vane-Wright, 1986).

Le monarque adulte est parfois confondu avec des espèces apparentées, dont *D. gilippus* (la « reine »), *D. eresimus* (le « soldat »), *D. erippus* (le monarque d'Amérique du Sud) et *Limenitis archippus* (le sylvain royal d'Amérique du Nord).

Dans les populations migratrices d'Amérique du Nord, plusieurs générations se succèdent au cours d'une année. Les adultes des générations estivales vivent de deux à cinq semaines. Les adultes de la dernière génération estivale migrent pour aller hiverner dans des aires situées dans le centre du Mexique et en Californie. Les individus de cette génération hivernante vivent de sept à neuf mois, sans se reproduire ni pondre d'œufs avant le printemps suivant, alors qu'ils entreprennent une nouvelle migration vers les aires de reproduction du printemps et de l'été.



Sylvain royal
(*Limenitis archippus*)

3.2 L'œuf

L'œuf du monarque est conique avec une base plate. Il mesure environ 1,2 mm de hauteur par 0,9 mm de diamètre à son point le plus large; il est de couleur jaune pâle à crème et des arêtes le parcourent du sommet à la base. L'espèce pond uniquement sur des asclépiades. La femelle adulte pond ses œufs un à un, sécrétant une substance collante qui fait adhérer chaque œuf à une feuille d'asclépiade. À l'état sauvage, la femelle pond probablement de 300 à 400 œufs au cours de sa vie, bien qu'en captivité, elle puisse pondre en moyenne environ 700 œufs en deux à cinq semaines (Oberhauser, 2004). La larve émerge après trois à cinq jours, la durée de développement la plus courte correspondant à des températures plus élevées.

3.3 La larve

La larve (ou chenille) du monarque est blanche, rayée de noir et de jaune; elle est pourvue de deux paires de filaments noirs, sur les segments larvaires 2 et 11. Elle franchit cinq stades larvaires sur une période de 9 à 13 jours. Bien que les motifs de couleur vive de la larve soient probablement une coloration aposématique (d'avertissement), les monarques aux stades de l'œuf et de la larve sont victimes d'un taux élevé de prédation par les invertébrés. Plusieurs études ont documenté des taux de mortalité de plus de 90 % à ces stades (recension dans Zalucki et coll., 2002; Prysby, 2004). Il semble que la défense chimique procurée par l'ingestion des cardénolides toxiques de l'asclépiade (voir ci-dessous la section sur les plantes hôtes) soit plus efficace contre les prédateurs vertébrés, quoique Rayor (2004) ait documenté une préférence, chez les guêpes prédatrices, pour les larves nourries de variétés d'asclépiades à plus faible teneur en cardénolides.

Une fois parvenue à maturité, la larve du cinquième stade quitte sa plante hôte à la recherche d'un site plus élevé et habituellement bien caché où elle formera sa pupe.

3.4 La pupe

La pupe (ou chrysalide) du monarque a environ 3 cm de longueur; elle est de couleur vert turquoise vif, parsemée de taches dorées. Ces taches d'apparence métallique sont caractéristiques des *Danainae*; elles sont causées par une alternance de couches denses et claires dans l'endocuticule. Ces couches reflètent et transmettent la lumière différemment et causent une interférence constructive de la lumière, ce qui leur donne cette apparence métallique.

Le stade de la pupe dure de 9 à 15 jours dans des conditions estivales normales. Ce stade du monarque est celui qui est le moins étudié, à cause de la difficulté à trouver des pupes à l'état sauvage. Cette difficulté laisse penser que la coloration de la pupe a une fonction de protection et lui permet de se fondre dans son environnement, par opposition à la coloration aposématique (couleur vive d'avertissement) que présente l'adulte. Le dernier jour du stade de la pupe, les formes orangées, noires et blanches des ailes deviennent visibles à travers la pupe.



Oeuf de monarque sur un plant d'asclépiade commune



Larves et oeuf de monarques



Pupe

4 LES PLANTES HÔTES: LES ASCLÉPIADES

Les larves de monarque sont des herbivores stricts d'asclépiades et peuvent se nourrir de n'importe laquelle des quelque 115 espèces du genre *Asclepias* que l'on trouve en Amérique du Nord et dans les Antilles (Malcolm et coll., 1992; Malcolm, 1994). Ce genre de plantes vivaces, qui compte plus de 140 espèces à l'échelle mondiale, a également été désigné par Linné. Celui-ci a donné aux asclépiades un nom inspiré du dieu grec de la médecine, Asklepios, à cause de leurs multiples usages médicaux folkloriques. Les monarques se nourrissent aussi d'asclépiadacées lianes des genres *Sarcostemma*, *Cynanchum* et *Matelea* (Ackery et Vane-Wright, 1984). Jusqu'à récemment, ces trois genres et le genre *Asclepias* faisaient partie de la famille des *Asclepiadaceae*, mais cette famille est maintenant traitée comme une sous-famille de la famille des *Apocynaceae*. En plus d'être la source de nourriture des larves du monarque, d'espèces étroitement apparentées au monarque et de plusieurs autres types d'insectes spécialistes, les asclépiades constituent d'importantes sources de nectar pour de nombreux insectes.

L'asclépiade possède un jus laiteux qui contient des alcaloïdes et d'autres composés complexes tels que les cardénolides. En espagnol, on lui a donné les noms de *venenillo* (petit poison) et *algodoncillo* (petit coton) en raison de la nature toxique de la plante et de l'apparence de ses graines. Le jus laiteux, ou latex, procure des défenses mécaniques et chimiques contre des herbivores potentiels (Malcolm et coll., 1992; Malcolm, 1994), mais les larves du monarque présentent une gamme de comportements d'alimentation qui circonviennent ces défenses créées par le latex (Dussourd et Eisner, 1987; Dussourd, 1993; Zalucki et Brower, 1992; Zalucki et Malcolm, 1999).

Les cardénolides sont un groupe de stéroïdes-glycosides qui comprend la digitoxine; ils provoquent des nausées, des vomissements, de la diarrhée et de l'arythmie cardiaque chez les vertébrés. En se nourrissant à même les asclépiades, les larves séquestrent les cardénolides pour les utiliser par la suite comme défense chimique contre leurs ennemis naturels (Brower, 1984). Les niveaux de cardénolides varient au sein d'une même espèce d'asclépiade ainsi que d'une espèce à l'autre, et sont inductibles par des dommages causés à la plante ou par la consommation par les herbivores (Malcolm et Zalucki, 1996). Même si l'utilisation de nombreuses espèces d'asclépiades comme source de nourriture par le monarque a été documentée, nos connaissances sont incomplètes au sujet des effets du choix des plantes hôtes par la femelle sur la survie du monarque.

Les asclépiades poussent dans une gamme variée d'environnements perturbés et intacts, dont les terres agricoles, les bordures des routes et les fossés adjacents, les marécages dégagés, les zones sèches et sableuses, les prairies à herbes courtes et longues, les zones agricoles, les rives des cours d'eau, les fossés d'irrigation et les vallées arides. De nombreuses espèces, en particulier *Asclepias incarnata* (asclépiade incarnate), *Asclepias curassavica*, (asclépiade de Curaçao, ou fleur de sang) et *Asclepias tuberosa* (asclépiade tubéreuse) sont souvent plantées dans les jardins.

Les pâturages du bétail peuvent aussi représenter un important habitat d'asclépiades pour le monarque. Certaines asclépiades sont toxiques pour le bétail (Malcolm, 1991), particulièrement si elles sont mêlées à des herbes récoltées pour servir de nourriture aux animaux. Cependant, le goût amer des cardénolides présents dans les asclépiades peut rebuter suffisamment le bétail pour que les asclépiades ne posent pas de problème notable lorsqu'elles poussent à l'état sauvage dans les pâturages. Ainsi, la présence de grands peuplements d'asclépiades est courante dans les pâturages partout en Amérique du Nord, et ces plantes peuvent constituer une ressource alimentaire importante pour le monarque.

Woodson (1954) fournit une bonne information de base sur la répartition des espèces d'asclépiades aux États-Unis et au Canada, mais la répartition de ces espèces au Mexique est moins bien connue. La plante hôte la plus fréquemment utilisée par le monarque dans le nord des États-Unis et au Canada est l'asclépiade commune, *Asclepias syriaca* (Malcolm et coll., 1989), qui prospère dans les zones perturbées et a probablement proliféré, en particulier, à la suite de l'expansion de l'agriculture dans les prairies et les anciennes forêts du centre et du nord-est des États-Unis ainsi que du sud-est du Canada (Malcolm et coll., 1989; Vane-Wright, 1993; Brower, 1995). Puisque l'asclépiade commune prospère dans les habitats perturbés, la succession végétale naturelle influe sur sa répartition et son abondance. Dans le sud des États-Unis, *Asclepias viridis*, *Asclepias asperula* et *Asclepias oenotheroides* sont d'importantes plantes hôtes. Au Mexique, *Asclepias curassavica* est probablement l'espèce hôte la plus importante, mais Montesinos (2003) signale avoir aussi trouvé des œufs et des larves sur *Asclepias glaucescens* dans l'État de Michoacán.

La pollinisation de l'asclépiade s'effectue d'une façon inhabituelle. Le pollen est contenu dans des masses appelées pollinies (sacs de pollen) au lieu de se présenter sous forme de grains individuels comme pour la plupart des espèces de la famille des *Apocynaceae*. Les pollinies adhèrent aux poils ou aux soies des pattes ou de la tête des insectes visiteurs et sont ainsi transportées vers les surfaces réceptrices d'autres asclépiades. Les pollinisateurs les plus efficaces des asclépiades sont les grosses guêpes, bien que les abeilles et les papillons puissent également transporter du pollen d'une plante à l'autre. La majorité des espèces d'asclépiades qui ont été étudiées sont autostériles, c'est-à-dire qu'elles doivent recevoir du pollen d'autres asclépiades de la même espèce pour produire des graines viables.

Asclepias syriaca et sa proche parente *Asclepias speciosa* ont un système racinaire particulier qui se ramifie dans le sol et peut s'étendre sur des milliers de mètres. Une seule plante (appelée genet) peut former des centaines et peut-être des milliers de tiges (appelées ramets) qui sont génétiquement identiques.



Asclepias curassavica
(asclépiade tropicale)



Asclepias syriaca
(asclépiade commune)



Gros plan d'une fleur d'asclépiade.

Ramification dans le sol du système racinaire d'un genet d'*Asclepias syriaca*, Michigan. Une distance de 0,5 m sépare les tuteurs; l'eau a érodé les sols.

Bien qu'il vive dans les régions tempérées pendant l'été, le monarque, comme les autres Danainae, est essentiellement une espèce tropicale.

5 LE CYCLE DE VIE ANNUEL DU MONARQUE

En Amérique du Nord, les monarques forment deux populations relativement distinctes. La population migratrice de l'Ouest se reproduit dans l'ouest des États-Unis et du Canada et hiverne près de la côte de la Californie. La population migratrice de l'Est se reproduit dans le centre et l'est des États-Unis ainsi que le sud du Canada et hiverne dans le centre du Mexique (dans la partie orientale de l'État de Michoacán et la partie occidentale de l'État de México). Les monarques qui passent l'hiver dans les montagnes du centre du Mexique ou dans les bosquets d'eucalyptus de la zone côtière de la Californie sont la dernière génération d'un cycle qui recommence chaque année. La plupart des individus de cette dernière génération entreprennent leur vie sous forme larvaire dans le nord des États-Unis ou le sud du Canada, puis migrent sur des milliers de kilomètres jusqu'à des aires d'hivernage très précises. Après avoir passé plusieurs mois dans ces aires, ils s'envolent vers le nord et l'est pour recommencer le cycle.

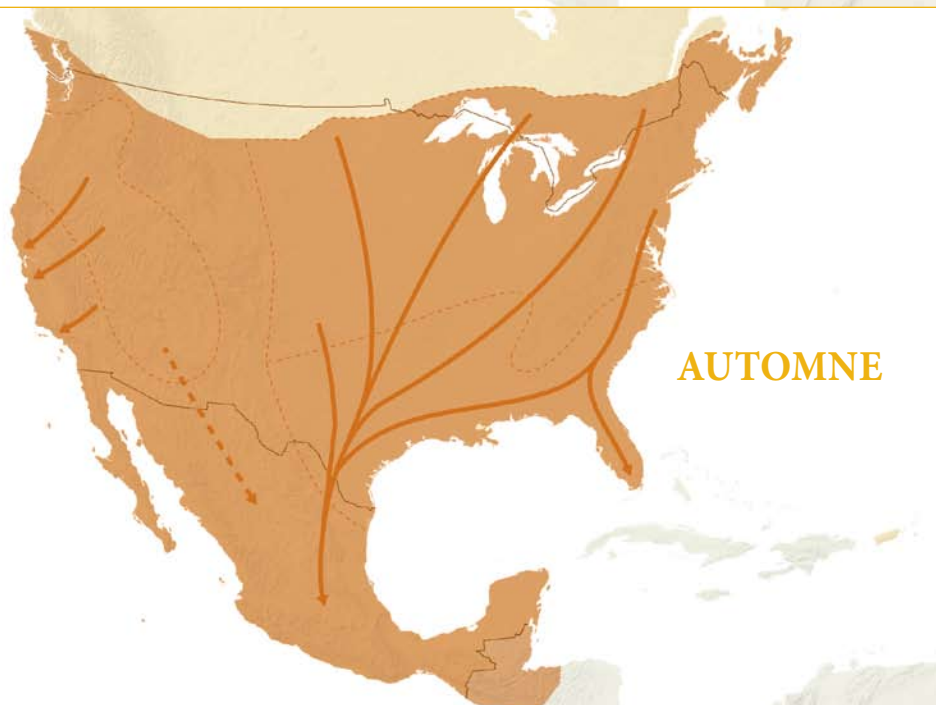
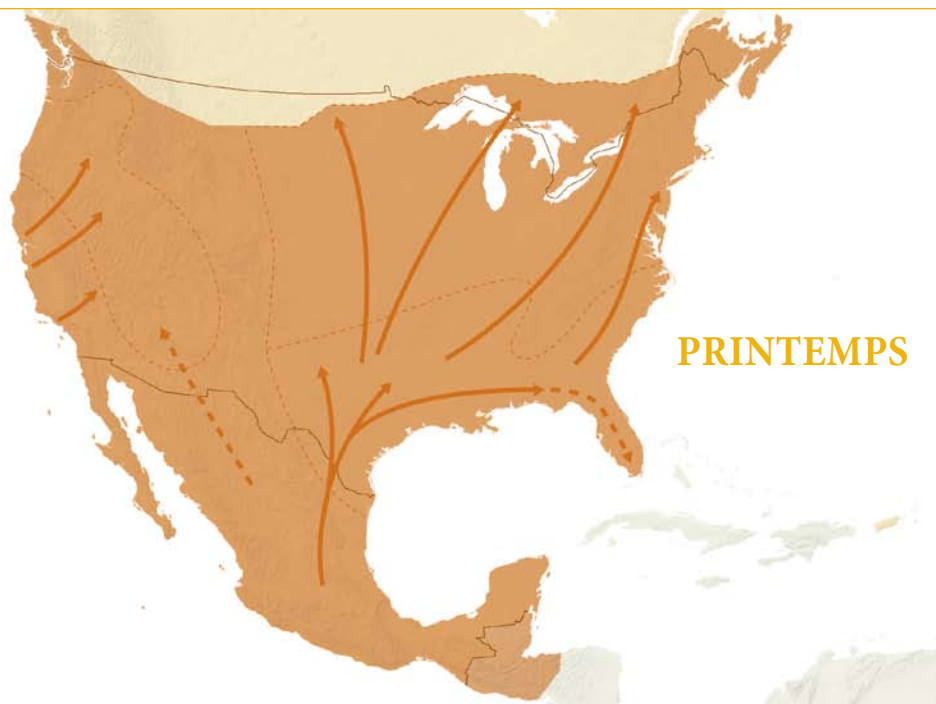
Les papillons qui font partie de la population de l'Est pondent leurs œufs dans le nord du Mexique et le sud des États-Unis. Ces œufs deviennent les adultes qui recolonisent la partie nord de l'aire de répartition (Malcolm et coll., 1987, 1993), après quoi la population connaît deux générations reproductrices additionnelles. Seule la dernière génération de l'année migre au Mexique à l'automne. Le comportement de la population de l'Ouest est semblable, bien que la génération hivernante recolonise probablement la majeure partie de l'aire de répartition estivale, les générations ultérieures accroissant l'effectif au cours de l'été. Les adultes du printemps et de l'été vivent environ un mois et ceux qui migrent et hivernent vivent jusqu'à sept à neuf mois.

5.1 La migration

Bien qu'il vive dans les régions tempérées pendant l'été, le monarque, comme les autres *Danainae*, est essentiellement une espèce tropicale. Contrairement à d'autres insectes des climats tempérés, aucun stade de vie du monarque ne peut survivre à un hiver tempéré. Chaque automne, le monarque nord-américain entreprend une migration vers le sud, vers ses aires de repos hivernal, pour ensuite recoloniser son aire de reproduction le printemps suivant. Le monarque est le seul papillon à effectuer une si longue migration aller-retour, la plupart des individus de la population de l'Est parcourant plus de 2 500 km pour atteindre leur destination hivernale. Les individus migrants sont habituellement en diapause reproductrice, état de suspension du développement reproducteur régi par des changements neuraux et hormonaux (Herman, 1981), qui sont déclenchés par des modifications de l'environnement telles que la réduction de la période de clarté, les nuits de plus en plus fraîches et, peut-être, la sénescence des plantes hôtes (Goehring et Oberhauser, 2002). Depuis la découverte par les milieux scientifiques, en 1975, des aires d'hivernage au Mexique (Urquhart, 1976), les chercheurs s'efforcent de comprendre les signaux qui amènent les monarques à entreprendre leur migration, les mécanismes qui leur permettent de s'orienter et de trouver les aires d'hivernage, de même que les trajectoires de vol de l'automne et du printemps (Solensky, 2004; Zhu et coll., 2008).

La migration du monarque semble être un comportement relativement souple qui change en réaction aux nouveaux environnements. Par exemple, le monarque australien effectue parfois un mouvement saisonnier, se déplaçant de l'intérieur des terres vers les régions côtières dans une direction nord-nord-est pendant l'automne et l'hiver (James, 1993). Les populations d'Hawaï, des Antilles, du Mexique et d'Amérique du Sud ne migrent pas. Puisque la migration la plus spectaculaire du monarque est celle de la population de l'est de l'Amérique du Nord, une bonne

Voies migratoires du monarque



- Habitat du monarque
- Trajectoire de la migration
- - - → Migration légère
- - - Aire de population

Source: Cartes réalisées à partir des recherches effectuées par Lincoln Brower, Sonia Altizer, Michelle Solensky et Karen Oberhauser, en se fondant sur les cartes élaborées par l'organisation Journey North.

part des recherches sur les habitudes migratoires de l'espèce a été axée sur cette population. Ces papillons quittent leur aire de reproduction estivale, qui s'étend sur plus de 100 millions d'hectares, pour migrer vers des aires d'hivernage d'une superficie de moins de 20 hectares, souvent dans exactement les mêmes zones forestières, année après année.

Les sources de nectar sont essentielles au monarque durant la migration automnale, alors qu'il a besoin de glucides pour parcourir de grandes distances, de même que pour les convertir en réserves de lipides (ou gras) qui lui permettront de passer l'hiver (Brower, 1985; Masters et coll., 1988; Gibo et McCurdy, 1993; Brower et coll., 2006). Parmi le large éventail de plantes à fleurs dont il se nourrit durant la migration automnale, mentionnons en particulier les verges d'or (*Solidago spp.*), les asters (*Aster spp.*) et les liatrides (*Liatris spp.*) au nord, de même qu'une espèce de verbésine (*Verbesina virginica*) au Texas. Les champs de trèfle, de tournesol et de luzerne en fleurs peuvent être fréquentés par des milliers de monarques à la fois (K. Oberhauser, E. Howard, observation personnelle).

Même si l'on a souvent supposé que les populations de l'est et de l'ouest de l'Amérique du Nord sont strictement séparées l'une de l'autre par les Rocheuses, des données récentes laissent penser que certains monarques de l'Ouest migrent en direction sud, puis sud-est, et pénètrent dans l'État mexicain de Sonora depuis l'Arizona (Pyle, 2000; Brower et Pyle, 2004). Il est possible qu'un certain degré d'échange génétique réciproque ait lieu au Mexique ainsi que dans les Rocheuses au cours de la saison de reproduction, et prévienne ainsi la séparation complète des deux populations.

5.2 L'hivernage

5.2.1 Mexique

Les monarques de la population de l'Est passent l'hiver dans un écosystème montagneux tempéré du Mexique, dominé par l'*oyamel*, ou sapin sacré du Mexique (*Abies religiosa*) (Brower, 1995). Les monarques hivernants forment des groupes denses sur les branches et le tronc des arbres; les vastes rassemblements d'individus dans une zone précise sont appelés des colonies. Les colonies du monarque ont une superficie de 1,5 à 5 ha et se trouvent sur 12 massifs différents de la ceinture néovolcanique transversale, dans le centre du Mexique (approximativement 19° N et 100° O) (Calvert et Brower, 1986; Slayback et coll., 2007). La majorité des colonies se trouve dans la



Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca (RBMM, Réserve de la biosphère du monarque), protégée en vertu des lois fédérales du Mexique et gérée par la *Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas* (Conanp, Commission nationale des aires naturelles protégées).

Les forêts en altitude procurent un microhabitat frais pour les monarques qui entraîne un faible taux métabolique et une activité réduite chez les papillons, de la mi-novembre à la mi-mars (Brower, 1996). Les colonies hivernantes sont réparties sur une superficie d'environ 100 km par 100 km (Calvert et Brower, 1986), mais des analyses récentes montrent que les conditions microclimatiques appropriées sont présentes dans environ 562 km² de la totalité de cette zone de 10 000 km² (Slayback et coll., 2007). Dans l'aire appropriée, les individus hivernent parfois dans les mêmes peuplements d'arbres que leurs prédécesseurs l'hiver précédent; d'autres années, leur site d'hivernage peut être situé à une distance de jusqu'à 1,5 km de celui de l'année précédente (Slayback et coll., 2007).

Aucune étude scientifique officielle n'a été publiée sur l'importance de l'accès à l'eau pour les monarques hivernants, mais de nombreuses indications laissent penser que l'accès à l'humidité est d'une importance capitale. Les monarques forment des colonies à la tête des ruisseaux; à mesure que la saison sèche progresse et que les sources d'eau descendent le long des versants des vallées, les colonies descendent également afin, présume-t-on, d'éviter le dessèchement (Calvert et Brower, 1986). En outre, des vols massifs hors des colonies afin de s'abreuver à des sources d'eau naturelles se produisent régulièrement et de plus en plus souvent à mesure que la saison sèche progresse. Littéralement, des millions de monarques quittent leurs colonies pour aller s'abreuver dans les ruisseaux ou les sources. Les papillons s'abreuvent aussi de l'humidité qui se condense sous forme de givre sur la végétation des prés à découvert. Les guides de l'installation touristique à la colonie d'El Rosario ont tiré parti de cette habitude: ils arrosent la végétation d'eau provenant des sources, ce qui attire des milliers de monarques, pour la plus grande joie des visiteurs. Lincoln Brower (communication personnelle) signale que les vents du sud-ouest qui soufflent le long de la plaine volcanique entraînent souvent une condensation adiabatique de nuages alors qu'ils atteignent et franchissent la chaîne de montagnes de Chincua. Les aiguilles d'*oyamel* sont souvent couvertes d'humidité et, lors des épisodes adiabatiques, selon un phénomène d'«égouttement du brouillard», des gouttelettes d'eau tombent des arbres jusqu'au sol. Ce phénomène est bien connu dans les forêts de séquoias de la Californie, où il est à l'origine d'une proportion considérable de la réalimentation totale des nappes d'eau souterraine.

5.2.2 Californie

Avant l'arrivée des Européens, on présume que les monarques utilisaient les forêts naturelles le long de la côte de la Californie comme aires d'hivernage. Le déboisement qui a eu lieu dans la zone côtière de la Californie au 19^e siècle a entraîné une diminution des habitats d'hivernage du monarque. Par la suite, les forêts de pins ont été largement remplacées par des eucalyptus, introduits au cours des années 1850 à des fins d'aménagement du paysage, comme brise-vent et pour être utilisés comme combustible (Lane, 1993). Aujourd'hui, les aires d'hivernage du monarque dans la région côtière de la Californie consistent en des zones boisées le plus souvent dominées par l'espèce non indigène qu'est l'eucalyptus (*Eucalyptus spp.*), bien que le monarque utilise aussi les espèces indigènes que sont le pin de Monterey (*Pinus radiata*), le cyprès de Monterey (*Cupressus macrocarpa*) et le séquoia (*Sequoia sempervirens*) lorsque ces espèces sont présentes. En général, les aires sont situées dans des baies protégées ou plus loin à l'intérieur des terres, où elles offrent des microclimats modérés et une protection contre les vents forts. Plus de 300 aires de rassemblement différentes ont été signalées (Frey et Schaffner, 2004; Leong et coll., 2004), avec un degré élevé de fidélité à des endroits précis d'une année à l'autre. Comme dans le cas des monarques qui hivernent au Mexique, l'accès à l'eau et, en particulier, à la rosée des premières heures du jour semble jouer un rôle important dans la survie hivernale.

*Les monarques
hivernants
forment des
groupes denses
sur les branches
et le tronc des
arbres; les vastes
rassemblements
d'individus dans
une zone précise
sont appelés
des colonies*

5.2.3 Populations reproductrices hivernales

De petites populations non migratrices persistent la plupart des ans dans le sud de la Floride (Knight et coll., 1999; Altizer et coll., 2000). Il est probable qu'elles sont périodiquement décimées par les basses températures et qu'elles reçoivent un afflux d'individus migrants de la population migratrice de l'Est chaque automne (Knight et coll., 1999). Ces individus, de même que les monarques présents à Cuba (Dockx, 2007), ne représentent probablement pas une population distincte. Des populations résidentes ont également été signalées au Texas et dans d'autres États côtiers du golfe du Mexique, et pourraient devenir plus courantes (K. Oberhauser et R. Batalden, observations personnelles). Ces populations sont probablement temporaires et peuvent être constituées d'individus de la population migratrice qui ne se rendent pas jusqu'au Mexique. On trouve des populations éphémères additionnelles pendant l'hiver dans la région sud de la côte de l'Atlantique et le long de la côte du golfe du Mexique, dans le sud des États-Unis, mais la source et les habitudes de reproduction de ces populations sont mal connues.

Le monarque se reproduit à longueur d'année dans les États mexicains de Morelos, Guerrero, Mexico, Oaxaca, Veracruz, San Luis Potosí, Chiapas, Michoacán et Hidalgo (Montesinos, 2003). Montesinos (2003) signale avoir trouvé des œufs et des larves sur des plantes d'*Asclepias curassavica* dans toutes ces régions, ainsi que sur des plantes d'*Asclepias glaucescens* dans l'État de Michoacán. On ignore dans quelle mesure ces populations locales se reproduisent avec les populations migratrices.

6 RÉPARTITION MONDIALE

Dans les Amériques, le monarque se rencontre depuis le sud du Canada jusqu'au nord et à l'ouest de l'Amérique du Sud. Les populations d'Amérique centrale, d'Amérique du Sud et des Antilles ne migrent pas, bien que les monarques du Costa Rica se déplacent des forêts de feuillus des basses-terres vers la forêt tropicale humide pendant la saison sèche (Haber, 1993). Au cours du 19^e siècle, les monarques ont colonisé des îles dans une grande partie des océans Pacifique et Atlantique et ils comptent à présent des populations solidement implantées en Australie, dans des parties de la Micronésie, à Madère et dans les Îles Canaries, ainsi que dans des parties de l'Espagne et du Portugal (Vane-Wright, 1993). Il est probable que la majeure partie de ces mouvements est attribuable aux humains, mais les mécanismes de colonisation de nouvelles zones par le monarque ne sont pas documentés. Il y a aussi eu des observations isolées de monarques dans d'autres régions d'Europe, y compris au Royaume-Uni, mais la présence de ces individus n'a pas donné lieu à l'implantation de populations.

7 DÉCOUVERTE DES AIRES D'HIVERNAGE

La façon dont les monarques survivaient à l'hiver a été une source de spéculations pendant bien au-delà d'un siècle et la découverte de leurs aires d'hivernage a été le fruit d'un effort trinational. Brower (1995) présente une reconstitution minutieuse de ces spéculations et des travaux des nombreux chercheurs qui ont tenté de comprendre le cycle annuel du monarque. Bien que des monarques en migration aient peut-être été aperçus lors de l'une des expéditions de Christophe Colomb dans l'est du Mexique, ce n'est qu'en 1857 que le phénomène migratoire a été officiellement signalé, quand D'Urban a rapporté avoir observé des nuages sombres constitués de masses de monarques dans la vallée du Mississippi (Brower, 1995). La compréhension complète de l'ampleur de cet incroyable phénomène migratoire est issue d'un ingénieux programme de marquage des papillons entrepris par les Canadiens Fred et Norah Urquhart pendant la décennie 1930. Les Urquhart ont étendu la portée de leur programme en 1952 en y intégrant des « associés de recherche » bénévoles. Cette armée de bénévoles comprenant des écoliers, des naturalistes et des adultes, a marqué des milliers de papillons pendant quatre décennies. Au fil des ans, le suivi documenté de la trajectoire d'individus de l'espèce a indiqué que les monarques des parties nord-est et centre-nord des États-Unis et du sud-est du Canada hivernaient quelque part au Mexique. En 1973, après avoir lu une publicité dans un journal mexicain, Kenneth Brugger a offert d'aider à découvrir l'aire d'hivernage. Son épouse, Catalina Aguado, et lui-même ont recherché des signes de monarques et, conduits par un paysan local, ils ont découvert des millions de monarques rassemblés dans une forêt d'*oyameles*, dans les montagnes de l'est de l'État de Michoacán, le 2 janvier 1975 (Urquhart, 1976).

Les scientifiques attribuent à M. Brugger le mérite de la découverte des forêts d'*oyameles* mexicaines où des centaines de millions de monarques passent l'hiver. Toutefois, les résidents locaux savaient déjà que des millions de monarques revenaient tous les ans dans leurs montagnes et ils avaient intégré ce phénomène à leur culture. Ils les appelaient *palomas* (colombes) ou encore *cosechadoras* (les « moissonneurs », puisqu'ils arrivent à l'époque des moissons). Les peuples autochtones Mazahua et Otomi reliaient aussi l'arrivée des monarques au « Jour des morts » (*Día de muertos*), croyant que les papillons étaient les âmes de leurs ancêtres. Le programme de marquage des Urquhart et les recherches ultérieures ont simplement appris aux résidents locaux que ces papillons migraient en provenance et en direction d'une immense région très éloignée : tout l'est des États-Unis et le sud-est du Canada.

Aire d'hivernage au Mexique.



8 SITUATION ACTUELLE

8.1 Population de l'Est

La population de l'Est fait l'objet d'activités de surveillance dans de nombreux endroits et selon de nombreuses méthodes. Les programmes de surveillance évaluent la densité locale de la population reproductrice dans l'ensemble de l'aire de reproduction, le nombre d'individus fréquentant les haltes migratoires et la superficie occupée dans l'aire d'hivernage. D'autres programmes évaluent le synchronisme et la trajectoire des mouvements migratoires de l'automne et du printemps. Puisque les monarques sont répartis sur une si vaste superficie pendant la majeure partie de leur cycle migratoire annuel, leur dynamique démographique est difficile à évaluer et l'intégration d'informations en provenance d'un si grand nombre de programmes différents présente un défi scientifique que nous ne faisons que commencer à relever.

8.1.1 Surveillance hivernale

Les rassemblements denses dans les aires d'hivernage connues offrent la seule possibilité de mesurer au même moment l'ensemble de la population migratrice de l'Est et divers programmes de surveillance ont fourni des données sur la taille relative de la population, le nombre de colonies et la mortalité d'une année à l'autre. Depuis le début des années 1990, le personnel de la Conanp dans la RBMM et le personnel de la section mexicaine du Fonds mondial pour la nature (FMN) surveillent les régions et les emplacements occupés par les monarques tout au long de la saison d'hivernage, avec l'aide des résidents locaux (García-Serrano et coll., 2004; Rendón-Salinas et coll., 2007). Depuis 2004, ces activités de surveillance comprennent des mesures effectuées toutes les deux semaines de novembre à mars (Rendón-Salinas et Galindo-Leal, 2005; Rendón-Salinas et coll., 2006a, 2006b).

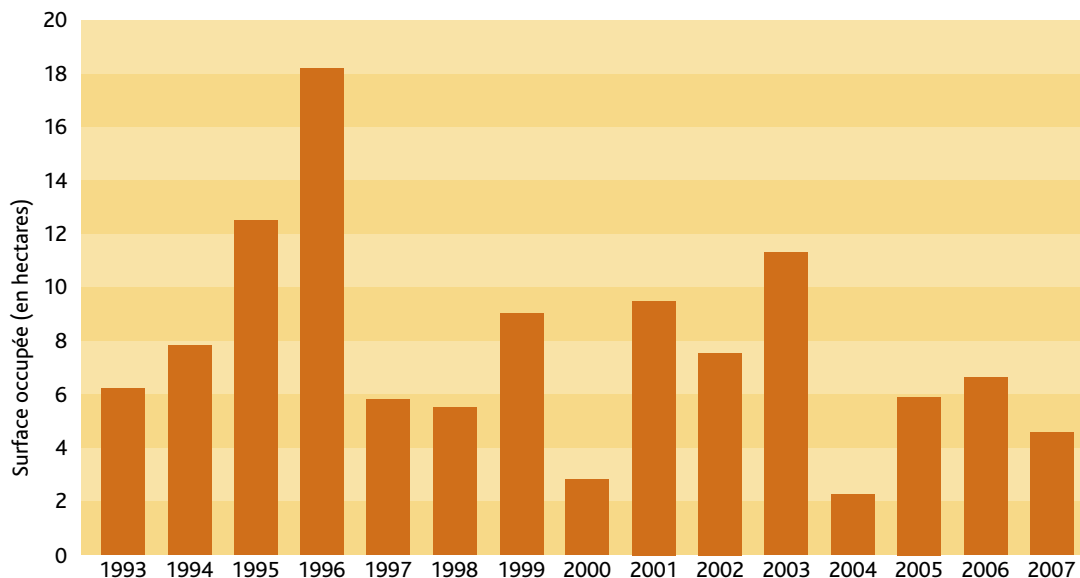
Diverses méthodes ont été utilisées pour évaluer comment la surface occupée se traduit en nombre d'individus, notamment les méthodes de marquage-libération-recapture et les estimations du nombre de monarques occupant des arbres de différentes tailles (recension dans Calvert, 2004). Les estimations de la densité vont d'environ 7 à 60 millions de monarques par hectare et Brower et coll. (2004) ont montré que les premières estimations de 10 millions de monarques par hectare représentaient probablement de grossières sous-estimations des nombres réels. L'ampleur de la fourchette des estimations laisse penser que la densité n'est pas uniforme d'une colonie, d'une année et d'une saison à l'autre; néanmoins, la superficie occupée par les monarques est utilisée comme une estimation très grossière de la taille de la population. De telles données sont disponibles pour la plupart des années depuis 1976, bien que le nombre de colonies découvertes et évaluées ait considérablement varié d'une année à l'autre.

8.1.2 Surveillance de la population reproductrice

Deux programmes de surveillance à long terme dans de vastes régions géographiques ont été axés sur le stade de la reproduction du cycle annuel du monarque : le *Monarch Larva Monitoring Project* (MLMP, Projet de surveillance des larves de monarque) et le *Fourth of July Butterfly Count* (Dénombrement de papillons du 4 juillet) de la *North American Butterfly Association* (NABA, Association nord-américaine des amateurs de papillons) (Oberhauser, 2007). Le MLMP (www.mlmp.org) est un projet de surveillance scientifique par les citoyens mis sur pied par des chercheurs de l'University of Minnesota, dans le cadre duquel des bénévoles font des relevés hebdomadaires des

Équipe de surveillance du FMN mesurant l'étendue d'une colonie.





monarques immatures observés sur les asclépiades dans l'ensemble de l'aire de reproduction. Les bénévoles fournissent des estimations hebdomadaires de la densité des œufs et des larves de monarque dans les zones dont ils sont chargés. Ce programme assure une couverture relativement complète de l'aire de reproduction du monarque; toutefois, les densités sont estimées par plante d'asclépiade. Cette méthode est facile à appliquer pour les bénévoles, mais la conversion de la densité par plante en nombres totaux pose les mêmes problèmes que l'utilisation de la surface occupée comme mesure de la taille de la population dans les aires d'hivernage.

Les bénévoles qui participent au dénombrement annuel de papillons du 4 juillet de la NABA surveillent les populations estivales de nombreuses espèces de papillons adultes, dont les monarques (Swengel, 1995). Durant ce dénombrement annuel, les bénévoles choisissent une zone d'un diamètre de 24 km et procèdent à un relevé de tous les papillons observés au cours d'une journée dans cette zone. Les dénombrements ont habituellement lieu dans les quelques semaines qui suivent le 4 juillet aux États-Unis, le 1er juillet au Canada et le 16 septembre au Mexique. Tout comme le MLMP, le dénombrement du 4 juillet assure la couverture d'une vaste région géographique. Cependant, les dénombrements à tous les endroits ne sont effectués qu'au cours d'une seule journée de l'été et il est possible que les pics de population du monarque passent inaperçus.

8.1.3 Surveillance de la migration

Plusieurs programmes ont pour but de surveiller l'ampleur, le moment et la trajectoire des migrations automnales du monarque à des endroits précis. Le projet le plus ancien est celui que réalisent à Cape May (New Jersey), depuis 1992, Dick Walton et ses collaborateurs (Walton et Brower, 1996; Walton et coll., 2005). Du 1^{er} septembre au 31 octobre, les observateurs procèdent à deux ou trois dénombrements par jour en se déplaçant en voiture; ils comptent le nombre de monarques repérés en train de se nourrir, en vol et au repos alors que la voiture roule à 10 km/h. Une étude faisant appel à des méthodes analogues est menée depuis 1997 dans le refuge faunique national de Chincoteague de l'*US Fish and Wildlife Service* (USFWS, Service des pêches et de la faune des États-Unis) sur l'île Assateague, île-barrière

Estimation de la taille de la population de monarques hivernants à partir de la surface occupée.

Source : Données recueillies par le personnel de la Conanp dans la RBMM et du WWF-Mexique (Eduardo Salinas-Rendon, Carlos Galindo-Leal, Eligio Garcia).

Bénévoles menant des activités de surveillance de larves de monarques (MLMP).



longeant la péninsule de Delmarva, en Virginie (Gibbs et coll., 2006). Un autre programme de surveillance de la migration automnale reposant sur la participation de bénévoles, menés dans la zone récréative de Peninsula Point dans la forêt nationale Hiawatha du Michigan, est administrée par l'*United States Forest Service* (USFS, Service des forêts des États-Unis) (Meitner et coll., 2004). Entrepris en 1996, ce projet se déroule sur la rive nord du lac Michigan, à un point de halte migratoire des monarques. Les bénévoles effectuent trois dénombrements par jour tout au long de la période où les monarques quittent le Michigan, de la deuxième semaine d'août à la troisième semaine de septembre. Au Canada, la migration des monarques à travers la réserve nationale de faune de Long Point et le parc national de la Pointe-Peléé, sur la rive nord du lac Érié (Ontario), est surveillée chaque automne. Les données de la réserve de Long Point recueillies entre 1995 et 2006 ont été analysées par Crewe et coll. (2007).

En plus de ces dénombrements ponctuels, le moment de la migration printanière de la population de l'Est est surveillé à l'échelle continentale depuis 1997 par des bénévoles qui signalent les premières apparitions observées à *Journey North*, étude en ligne de la migration des espèces sauvages et des changements saisonniers, et à *Monarch Watch*, projet de recherche basé à l'University of Kansas (Howard et Davis, 2004). D'une façon analogue, les tendances temporelles et spatiales de la migration automnale font l'objet d'une surveillance dans l'ensemble de la voie migratoire, les signalements de sites de repos nocturne étant compilés par les programmes *Journey South* (États-Unis et Canada) et *Correo Real* (Mexique). Ces études aident à déterminer les endroits précis et les types d'habitat qui sont essentiels durant la migration automnale. Les données du programme de marquage automnal de *Monarch Watch* permettent aussi de déterminer les voies migratoires et ont été utilisées pour délimiter la variation géographique annuelle des concentrations les plus importantes de monarques migrants.

8.1.4 Tendances relatives à la population de l'Est

Dans le cadre d'une analyse de sept programmes ayant fourni des données avec régularité sur plus de dix ans, notamment des estimations concernant les phases de la reproduction, de la migration et de l'hivernage du cycle annuel, Oberhauser (2007 et à paraître) a constaté que la plupart des programmes avaient signalé des valeurs d'abondance relative inférieures à la moyenne entre 2002 et 2006, bien que les valeurs de 2005 et 2006 aient été supérieures à celles des années 2002 à 2004. Les analyses détaillées de ces données aideront à déterminer les activités additionnelles de collecte d'information nécessaires pour expliquer les raisons des tendances observées. Toutefois, en raison de l'importante variation de la densité de monarques d'une année à l'autre, il sera difficile de déceler les tendances à long terme, et il importe que les programmes actuels continuent de recueillir des données de surveillance.

Les données sur l'hivernage indiquent que la surface cumulative occupée par les monarques a atteint des sommets d'environ 18 hectares de 1990 à 1996, mais qu'elle a totalisé moins de dix hectares tous les hivers sauf un (2003) au cours de la dernière décennie. Un creux record de 2,19 hectares a été enregistré en janvier 2005 (Rendón-Salinas et Galindo-Leal, 2005; Cruz-Piña et coll., 2006).

Crewe et coll. (2007) ont noté une diminution (statistiquement non significative) d'environ 3 % du nombre de monarques migrants traversant le site de surveillance de la réserve nationale de faune de Long Point (Ontario) au cours des 11 années de leur étude. Selon eux, une forte variation d'une année à l'autre contribuait à cette tendance non significative, et il faudrait des données supplémentaires afin de déterminer si la population de monarques traversant Long Point continuera à décliner, demeurera stable à son niveau actuel inférieur à la moyenne, ou continuera à présenter des récupérations périodiques.

8.2 Population de l'Ouest

La taille de la population de monarques dans les aires d'hivernage de la Californie est estimée annuellement dans les deux semaines qui suivent le Jour d'Action de grâce des États-Unis et, pour de nombreuses années, on dispose de données sur l'ensemble de la saison. Des données à long terme sur l'abondance des monarques dans les aires d'hivernage de la Californie sont conservées dans la *Natural Diversity Data Base* (NDDDB, Base de données sur la diversité naturelle) du *Department of Fish and Game* (ministère de la Pêche et de la Chasse) de la Californie. La NDDDB contient des renseignements sur 332 aires d'hivernage distinctes, dont environ 60 % se trouvent sur des terres privées et 40 % sont situées sur des terres publiques, surtout dans des parcs de l'État.

Des analyses approfondies de ces dénombrements à un site faisant l'objet d'une surveillance exhaustive (Frey et coll., 2004; Frey et Schaffner, 2004) ont révélé un déclin sur cinq ans qui a pris fin en 2003, le minimum atteint ayant été d'environ 10 000 papillons hivernants en 2002-2003. En 2004, le nombre de monarques était considérablement supérieur à celui de 2003, s'élevant à plus de 70 000. Les nombres correspondants étaient de 45 000 en 2005-2006 et 60 000 en 2006-2007 (Ventana Wildlife Society, 2007).

9 FACTEURS ACTUELS ENTRAÎNANT UNE PERTE OU UN DÉCLIN

9.1 Perte et dégradation d'habitats de reproduction

Selon une étude menée en 2000 sur l'utilisation des habitats agricoles par les monarques, pas moins de 70 % des monarques qui migrent au Mexique peuvent s'être nourris d'asclépiades se trouvant dans des agroécosystèmes (Oberhauser et coll., 2001). Puisque les pratiques agricoles ont changé depuis cette étude de 2000, l'utilisation des habitats agricoles par le monarque est susceptible d'être moins intensive à l'heure actuelle. La majeure partie du soja et une grande partie du maïs actuellement cultivés aux États-Unis ont subi une modification génétique permettant les applications de postlevée de glyphosate (Roundup) (James, 2001; USDA, 2007), ce qui réduit l'abondance des asclépiades et des autres plantes adventices dans les champs cultivés. L'espèce *A. syriaca* pouvait survivre au labourage auparavant pratiqué pour lutter contre les mauvaises herbes dans la plupart des champs de soja et de maïs, mais elle ne peut pas survivre à l'application répétée de glyphosate. En outre, la banlieusardisation des zones agricoles entraîne une importante perte d'habitats; selon certaines estimations, une perte de 2 400 hectares ou plus d'espace dégagé (terres agricoles et aires naturelles) par jour serait attribuable à l'aménagement urbain (soit une perte de 876 000 hectares par année) (NRCS, 2001; American Farmland Trust, 2007).

*L'application
d'une quantité
moindre
d'insecticides
sera bénéfique
pour un
vaste éventail
d'insectes non
ravageurs, dont
le monarque.*



Asclépiades en bordure d'une route.

Le maïs génétiquement modifié pour contenir une toxine Bt (provenant de la bactérie *Bacillus thuringiensis*) peut entraîner une utilisation moindre d'insecticides, du fait que le maïs produit lui-même une protéine qui est toxique pour son principal ravageur, la pyrale. L'application d'une quantité moindre d'insecticides sera bénéfique pour un vaste éventail d'insectes non ravageurs, dont le monarque. Le maïs produisant une toxine Bt a fait l'objet d'études à titre de risque potentiel pour le monarque, étant donné que du pollen toxique provenant du maïs pourrait être transporté par le vent sur les plantes d'asclépiade, puis consommé par les larves de monarque (Losey et coll., 1999; Hansen Jesse et Obrycki, 2000). Bien que des études récentes indiquent que le pollen et les anthères du maïs Bt ont un effet néfaste sur la survie et le développement des larves de monarque (Dively et coll., 2004; Anderson et coll., 2004), les conclusions générales sont que l'effet des variétés actuelles de maïs Bt sur les populations de monarques va de « non significatif » à « négligeable » (Sears et coll., 2001; Dively et coll., 2004; Anderson et coll., 2005). En outre, la rareté des asclépiades dans les champs de maïs et à proximité, en raison de l'utilisation répandue de cultures tolérantes aux herbicides, réduit encore davantage le risque présenté par le maïs Bt.

Les bordures des routes constituaient auparavant une partie restreinte, mais importante, de l'habitat du monarque. En raison de l'application d'herbicides et du fauchage, ces zones ont surtout été transformées en zones de basses herbes qui contiennent peu de plantes à fleurs et qui fournissent donc un habitat de moins bonne qualité. De plus, dans certaines régions, l'asclépiade est considérée comme une plante nuisible et l'on s'efforce de l'éliminer.

À certains endroits, partout en Amérique du Nord, les asclépiades sont en outre gravement endommagées par la pollution par l'ozone. L'asclépiade commune est particulièrement sensible aux dommages causés par l'ozone, qui se manifestent par de petites lésions semblables à des piqûres, aux contours bien définis, sur le dessus des feuilles (Bennett et Stalte, 1985). Dans les cas où les dommages liés à l'ozone sont importants, les feuilles peuvent présenter sur leur face supérieure de grandes zones sombres formées par la multiplication des piqûres. On ne connaît pas les répercussions des dommages occasionnés par l'ozone sur les larves des monarques.

D'autres facteurs anthropiques tels que les niveaux élevés de dioxyde de carbone peuvent aussi avoir des effets sur les asclépiades. Ainsi, il se peut que les activités humaines modifient la répartition et l'abondance de ces plantes selon des mécanismes que l'on ne comprend pas encore.

Une grande partie de l'attention accordée aux habitats de reproduction est centrée sur les États-Unis et le Canada, car les monarques qui migrent vers les aires d'hivernage du Mexique et de la Californie proviennent de ces zones. Il existe cependant de petites populations locales de monarques au Mexique. Les asclépiades utilisées par ces populations locales sont soumises à des applications d'herbicides, particulièrement dans les zones de pâturage du bétail. En outre, l'habitat riverain dans lequel les asclépiades croissent est menacé par le déboisement ou la modification de l'utilisation des terres (Eneida Montesinos, communication personnelle).

9.2 Perte et dégradation d'habitats d'hivernage

9.2.1 Mexique

Plusieurs chercheurs ont documenté la perte d'habitats d'hivernage du monarque au Mexique. Brower et coll. (2002) ont utilisé des photographies aériennes prises en 1971, 1984 et 1999 pour documenter le taux croissant de dégradation des forêts (à l'intérieur et à proximité de l'aire protégée par le décret de 1986) au cours des deux périodes écoulées entre les photographies (taux annuel de 1,7 % entre 1971 et 1984 et de 2,4 % entre 1984 et 1999). Ce dernier taux était légèrement plus élevé dans la zone protégée par le décret de 1986. Se préoccupant uniquement du relief montagneux dans une zone d'étude analogue, Ramírez et coll. (2003) ont observé un taux annuel de perturbation de 1,3 % et un taux annuel de modification de l'utilisation des terres de 0,1 %. Les deux analyses ne portaient que sur trois des cinq sanctuaires protégés. Ramírez et coll. (2006) ont utilisé des images prises par satellite entre 1986 et 2006 pour documenter la perte et la perturbation cumulatives de 10 500 hectares de terres boisées dans la RBMM (telle que définie dans le décret de 2000), soit l'équivalent du cinquième de la superficie totale actuellement protégée.

Depuis 2001, la section mexicaine du FMN et le *Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza* (FMCN, Fonds mexicain pour la conservation de la nature) surveillent annuellement la perte d'aires forestières dans la zone centrale et la zone tampon de la Réserve, et ils ont signalé une perte de plus de 560 hectares au cours d'une seule année (en 2006 par rapport à 2005) (Ramírez et Zubieta, 2005; FMN, 2004, 2006). Des activités illégales d'exploitation forestière sont à l'origine de la majeure partie de la déforestation documentée, mais les activités liées à l'agriculture de subsistance sont également une source de préoccupations (FMN, 2004). Même si la RBMM a un statut officiel d'aire protégée, la zone est subdivisée en plus de 100 propriétés privées (70 % sous le régime communal). Ainsi, la conservation et la perturbation du milieu forestier sont liées aux limites des propriétés plutôt qu'aux limites officielles de l'aire protégée et les perturbations sont fortement concentrées dans une douzaine de propriétés environ (Ramírez et coll., 2006).

Les résultats annuels de la surveillance sont transmis aux gouverneurs des États de Michoacán et de México, ainsi qu'au *Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales* (Semarnat, ministère fédéral de l'Environnement et des Ressources naturelles). Sous l'effet de fortes pressions exercées par le président Felipe Calderon, le gouvernement du Mexique a fermé les scieries illégales et a accusé les contrevenants de crimes associés à l'exploitation forestière illégale. L'évaluation de la couverture forestière pour 2006-2007 a indiqué une diminution du rythme de perte et de détérioration du milieu forestier dans la zone centrale de la RBMM, ce qui pourrait être le fruit de l'actuelle politique présidentielle mexicaine de « tolérance zéro à l'égard de l'exploitation forestière illégale ». Les évaluations futures permettront de mieux cerner les résultats de cette politique.

On dispose de plus en plus d'indications du fait que le détournement des eaux pour des utilisations humaines pourrait entraîner une forte dégradation des aires d'hivernage. Au fil des ans, on a installé un nombre croissant de canalisations de plastique qui détournent l'eau des forêts utilisées pour l'hivernage à des fins de consommation par les humains et les animaux domestiques. Par exemple, dans le ravin Ojo de Agua, sur le versant sud du Cerro Pelón, une telle quantité d'eau a été détournée que le lit de la rivière est sec sur une distance de plus d'un kilomètre. Les monarques longent ce ravin pendant plus de deux km afin de trouver de l'eau plus en aval (L. Brower, communication personnelle). Des distances accrues par rapport à l'eau entraîneront probablement une consommation accrue des lipides qui assurent la survie des monarques durant l'hiver.

*Exploitation forestière illégale
dans la Réserve.*



**La disparition
des habitats
d'hivernage en
Californie a été
considérable :
une réduction de
plus de 12 % du
nombre d'habitats
disponibles
pour les
monarques a été
observée entre
1990 et 1998.**

Parmi les causes biologiques potentielles de la dégradation des habitats, on compte le faux-gui de l'*oyamel* (*Arceuthobium abietis religiosae*) et les insectes, en particulier le scolyte, bien que l'on connaisse mal les répercussions à long terme des infestations de l'un ou l'autre de ces ravageurs. Certains chercheurs ont estimé qu'environ 5 000 hectares de sapins sacrés *oyamel* (*Abies religiosa*) présentent différents niveaux d'infection causés par le faux-gui, et affirment qu'il faut élaborer des stratégies de gestion afin de lutter contre ces éclosions (Hoth, 1993).

Les feux de forêt dans la RBMM entraînent la disparition d'habitats et ils ont des répercussions directes sur les monarques s'ils se produisent pendant la période d'hivernage. La fumée perturbe les papillons au repos et les fait quitter leurs aires de repos. Les incendies sont les plus fréquents dans la zone tampon de la RBMM et à proximité des villages, où les pratiques agricoles comprennent le brûlage afin de dégager les terres pour la culture et le pâturage. Les données récentes indiquent que des aires de 616 et 342 hectares ont été brûlées en 2003 et 2005 respectivement; la plus petite superficie touchée, soit 76 hectares, a été enregistrée en 2007. Il y a eu 27 incendies en 2007, soit 11 et 16 dans les États de México et de Michoacán respectivement (F. Martínez, communication personnelle), et les membres des collectivités locales prennent part à de nombreux aspects de la lutte contre les incendies et de leur prévention.

Enfin, le grand nombre de touristes et la dégradation de l'environnement d'hivernage attribuable à des visites insuffisamment réglementées peuvent avoir des effets néfastes sur les monarques (Brenner et Hubert, 2006; Carlos Galindo-Leal, communication personnelle). Au cours des 30 dernières années, le tourisme a pris de l'expansion dans les aires d'hivernage du Mexique. Actuellement, on compte entre 100 000 et 150 000 visiteurs par année, la plupart visitant le sanctuaire Sierra El Campanario (*ejido* El Rosario), durant le week-end, entre décembre et mars. En dépit de 30 ans d'expérience, le tourisme continue à être mal organisé. Les *ejidos* (administrations communales) menant des activités touristiques n'ont pas de plans d'affaires et ne réinvestissent pas les recettes dans des activités d'entretien des sites ou de renforcement des capacités. Jusqu'à présent, on n'a procédé à aucune évaluation officielle des répercussions du tourisme, mais plusieurs indications laissent penser que les touristes ont des effets néfastes.

Actuellement, la Conanp et le *Secretaría de Turismo* (ministère du Tourisme) prennent des mesures afin d'atténuer et de prévenir les répercussions du tourisme sur les sanctuaires, sous forme de construction d'infrastructures, de renforcement des capacités locales, de sensibilisation du public et d'installation de panneaux d'information et de signalisation.

Les guides locaux protègent les papillons dans les zones qui accueillent un grand nombre de visiteurs en appliquant diverses techniques de maîtrise des foules, mais le processus de transport des touristes vers les sites, souvent à cheval dans le sanctuaire Sierra Chincua, entraîne une dégradation des sentiers et de l'érosion, ainsi que la présence d'importantes quantités de poussière dans l'air, ce qui peut mener à l'obstruction des spiracles (orifices de la respiration) et à la suffocation des papillons (K. Oberhauser, observation personnelle). Les boutiques d'aliments et d'artisanat à El Rosario et Chincua occupent une superficie de plus en plus grande et produisent plus de déchets. La récolte accrue de bois de chauffage pour les petits restaurants pourrait avoir des effets néfastes sur des genévriers endémiques et d'autres plantes indigènes. Les touristes et les chevaux contribuent à la dispersion de plantes envahissantes, notamment la mauvaise herbe *Acaena elongate* (famille des *Rosaceae*, connue au Mexique sous le nom de *pegarropa* —signifiant « s'accroche aux vêtements »— en raison du caractère adhérent, analogue au velcro, des graines), et perturbent peut-être les papillons à cause du bruit et des niveaux accrus de dioxyde de carbone. Brenner et Hubert (2006) estiment qu'il y a un grave problème de coordination des activités touristiques. On n'a élaboré ni des politiques axées sur différents groupes cibles de touristes, ni un plan global de gestion des visiteurs; par conséquent, tous reçoivent les mêmes services et produits de basse qualité, sans égard aux attentes ni aux moyens financiers des différents segments du marché de l'écotourisme (Brenner et Hubert, 2006).

9.2.2 Californie

La disparition des habitats d'hivernage en Californie a été considérable : une réduction de plus de 12 % du nombre d'habitats disponibles pour les monarques a été observée entre 1990 et 1998 (Meade, 1999; Frey et Schaffner, 2004). Parmi les facteurs à l'origine de cette perte d'habitats appropriés, on compte la croissance des arbres qui accroît l'ombrage, ainsi que la perte d'arbres par suite de la sénescence, de maladies, de l'exploitation commerciale et de l'expansion urbaine (Meade, 1999; Leong et coll., 2004). En Californie, des habitats du monarque ont aussi été détruits par des activités récréatives axées sur l'espèce. Par exemple, un célèbre site d'hivernage à Pacific Grove a été détruit lorsqu'on a construit un motel parmi les arbres utilisés par les papillons afin d'héberger les visiteurs (Lane, 1993).

9.3 Maladies et parasites

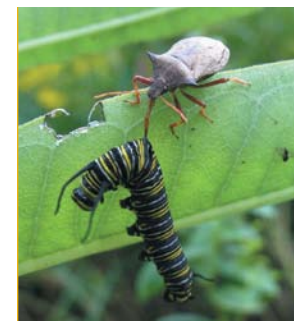
Les monarques sont affectés par une gamme variée de maladies infectieuses causées par des virus, des bactéries, des champignons, des protozoaires, des nématodes et des mites. Plusieurs prédateurs et parasitoïdes ont aussi des effets néfastes considérables sur l'espèce.

9.3.1 Parasitoïdes

Les parasitoïdes sont des insectes qui déposent leurs œufs dans ou sur d'autres insectes. Les larves de ces espèces mangent leur hôte de l'intérieur et, généralement, émergent de la carcasse d'une larve, d'une chrysalide ou d'un adulte. Les parasitoïdes qui consomment des larves de monarque comprennent les mouches et les guêpes. Les larves de la mouche tachinaire se nourrissent de chenilles de monarque et tuent habituellement leur hôte immédiatement avant la pupaison. Un ou plusieurs asticots émergent de l'hôte et descendent au sol au moyen de filaments longs et gélatineux. Dans certaines populations localisées, la plupart des larves de monarque sont parasitées par des tachinaires, mais en général, le taux de parasitisme se situe entre 5 % et 20 % (Oberhauser et coll., 2007). Diverses espèces de guêpes parasitoïdes parasitent également les larves de monarque, mais on en sait moins sur leur importance, probablement parce que les guêpes ont tendance à parasiter les larves avant la pupaison et sont donc moins susceptibles d'être découvertes par les chercheurs. Le parasitisme par le braconide peut entraîner l'émergence de pas moins de 32 guêpes adultes d'une seule carcasse de monarque.

9.3.2 Parasites

Les monarques sont infectés par un virus de la polyédrose nucléaire et par des bactéries *Pseudomonas*. Un parasite protozoaire, *Ophryocystis elektroscirha*, a été décelé dans des monarques à l'état sauvage et en captivité, et une espèce de *Nosema* (une microsporidie) a été décelée dans des monarques en captivité (University of Georgia, 2007); ces deux infections peuvent avoir des effets débilissants sur les monarques. Des vers du phylum *Nematomorpha* ont été observés dans des larves de monarque (Prysbly et Oberhauser, à paraître). *O. elektroscirha* est le seul parasite du monarque qui a été bien étudié. La spore inactive de ce protozoaire se mêle aux écailles sur le tégument (la surface externe) des monarques adultes, puis se propage de la mère aux petits lorsque les larves ingèrent les spores déposées sur les œufs ou sur les feuilles d'asclépiade environnantes. Ce parasite peut réduire la survie des larves, ainsi que la masse et la durée de vie des individus atteints (Altizer et Oberhauser, 1999). Les populations qui ne migrent pas, comme celles du sud de la Floride et d'Hawaï, ont le taux le plus élevé d'infections parasitaires (70 % d'individus fortement infectés). Seuls environ 30 % des individus de la population de l'Ouest et 8 % de ceux de la population migratrice de l'Est sont fortement infectés (Altizer et coll., 2001).



Punaise et larve de monarque.

9.4 Changements climatiques

Les monarches hivernent dans des régions climatiques particulières dans les forêts montagnardes d'*oyameles* du Mexique. Oberhauser et Peterson (2003) ont utilisé des modèles de niche écologique pour déterminer une plage étroite de températures et de précipitations permettant aux monarches de survivre à l'hiver. Les conditions prédites par les modèles de changement climatique laissent penser que les aires d'hivernage actuelles ne seront plus appropriées pour les monarches en 2055. Les modèles du *Hadley Climate Center* (Centre climatique Hadley de Grande-Bretagne) prédisent des précipitations accrues pendant l'hiver dans les aires d'hivernage mexicaines, mais peu de modifications des températures. À partir des conditions prévues pour 2055, Oberhauser et Peterson (2003) ont prédit un accroissement des précipitations sous des températures froides, conditions analogues à celles qui ont causé la mort de jusqu'à 70 % à 80 % des plus importantes populations hivernantes en 2002 (Brower et coll., 2004). Alors que 50 % des monarches peuvent survivre à des températures de -8°C grâce aux propriétés de surfusion de leurs liquides internes s'ils sont secs, 50 % des individus mouillés sont gelés à des températures de $-4,4^{\circ}\text{C}$ (Anderson et Brower, 1993, 1996).

Batalden et coll. (2007) ont également fait appel à des modèles de niche écologique pour étudier l'aire de reproduction estivale des monarches et les répercussions potentielles des changements climatiques sur cette aire. Les monarches suivent les conditions chaudes et humides lorsqu'ils migrent vers le nord au printemps, mais ils peuvent utiliser une vaste zone sans être soumis au vol migratoire pendant la majeure partie de l'été. Les prédictions des modèles de changement climatique laissent penser que la niche écologique des monarches — du moins telle qu'elle a été définie en fonction des températures et des précipitations — se déplacera vers le nord, ce qui entraînera des mouvements de toutes les générations estivales. La mesure dans laquelle les monarches pourront utiliser des habitats nouvellement disponibles au nord dépendra de leur capacité ou non à modifier leurs habitudes migratoires et de l'aptitude des asclépiades à coloniser des zones où elles ne poussent pas actuellement.

9.5 Utilisation de pesticides

L'utilisation d'herbicides a été examinée plus haut. Outre la perte d'habitats causée par les herbicides qui éliminent les plantes hôtes et les sources de nectar de l'espèce, des monarches peuvent être directement tués par les insecticides utilisés pour lutter contre les ravageurs. Ces insecticides peuvent être d'importantes sources de mortalité dans les zones agricoles, dans les zones urbaines et les banlieues où l'on applique des programmes de lutte contre les moustiques adultes (Oberhauser et coll., 2006), et près des forêts traitées au Bt pour lutter contre les parasites forestiers, en particulier la spongieuse. Bien que toutes ces méthodes de lutte contre les insectes soient susceptibles de causer la mort de monarches, leur degré d'influence sur la population totale est inconnu.

10 SITUATION JURIDIQUE, MESURES DE GESTION ET INTERVENTIONS

Les préoccupations à l'égard de la viabilité à long terme du monarque en Amérique du Nord ont donné naissance à plusieurs initiatives de protection juridique. Ces préoccupations sont surtout axées sur les besoins liés aux habitats des monarques et sur le taux de disparition de ces habitats. En raison des problèmes que pose la mesure précise des populations de monarques, de la complexité de leur cycle de vie migratoire et des variations interannuelles de la densité des populations, il est difficile d'établir un lien entre le nombre de monarques et la disponibilité des habitats sur une grande échelle. Ainsi, les répercussions à court terme de la perte d'habitats sur les monarques font encore aujourd'hui l'objet de spéculations. Toutefois, nous savons que le monarque perd des habitats à chacun des trois stades de son cycle de vie (reproduction, migration et hivernage). En raison des concentrations extraordinairement denses de monarques dans les aires d'hivernage du Mexique, les menaces qui pèsent sur ces aires sont particulièrement préoccupantes.

10.1 Échelle internationale

En raison de menaces perçues pour le monarque, les aires de repos hivernal au Mexique et en Californie ont été désignées comme étant des phénomènes en danger par l'Union mondiale pour la nature (UICN) dans son livre de données de 1983 sur les invertébrés inscrits à Liste rouge (Wells et coll., 1983; Malcolm, 1993). C'était la première fois que l'on désignait comme étant en danger un phénomène biologique, par opposition à une espèce, dans l'histoire de la conservation à l'échelle internationale. De la sorte, on reconnaissait que le phénomène migratoire, selon lequel des millions de monarques se rendent tous les ans dans des aires d'hivernage très éloignées, est en péril, bien que l'espèce même ne soit pas menacée de disparition. *La Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca* (RBMM, Réserve de la biosphère du monarque) du Mexique a été inscrite en 2006 sur la liste du réseau mondial des réserves de la biosphère de l'Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture (UNESCO). Le comité consultatif sur les réserves de la biosphère a recommandé que les autorités mexicaines resserrent la coopération avec les autorités canadiennes et américaines responsables des principaux sites le long des voies migratoires du monarque. Aucune protection internationale précise n'est conférée par la désignation de l'UICN ou celle de l'UNESCO.

Plusieurs initiatives de conservation du monarque à l'échelle continentale ont été adoptées dans le cadre des activités de coopération des gouvernements ou organismes gouvernementaux du Canada, du Mexique et des États-Unis. La Commission de coopération environnementale (CCE), en partenariat avec le Comité trilatéral sur la conservation et la gestion des espèces sauvages et des écosystèmes ainsi qu'avec d'autres organismes, a soutenu plusieurs efforts visant à protéger le monarque. En 1997, la CCE et l'*US Fish and Wildlife Service* (USFWS, Service des pêches et de la faune des États-Unis) ont organisé une réunion des parties prenantes à Morelia (Michoacán) en vue d'élaborer une stratégie à long terme relative à la conservation du monarque (Hoth et coll., 1999), et une réunion financée par l'USFWS à Lawrence (Kansas) en 2001 a donné lieu à l'établissement d'un résumé des recherches importantes et des objectifs en matière de conservation (Oberhauser et Solensky, 2001).

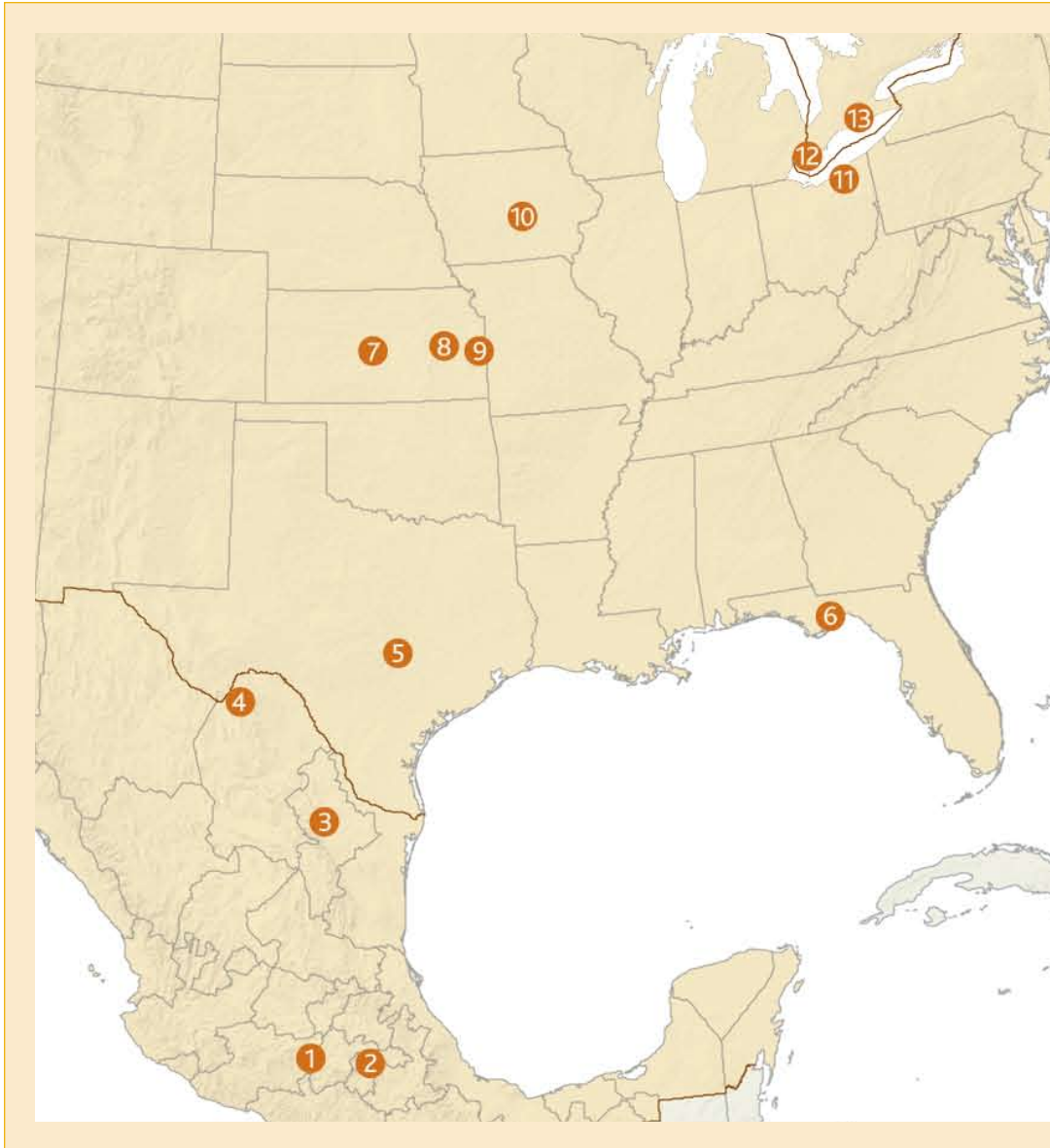
Plusieurs initiatives de conservation du monarque à l'échelle continentale ont été adoptées dans le cadre des activités de coopération des gouvernements ou organismes gouvernementaux du Canada, du Mexique et des États-Unis.

Depuis 1995, le programme de subventions *Wildlife Without Borders--Mexico* (Espèces sauvages sans frontières–Mexique) de l'USFWS a collaboré avec les autorités mexicaines et des organisations non gouvernementales (ONG) afin de protéger et de remettre en état les habitats d'hivernage du monarque. Entre 1995 et 2006, l'USFWS a accordé des subventions totalisant près de 800 000 \$ à des projets concernant le monarque. Environ 94 % des fonds ont été acheminés vers des projets ayant pour but de renforcer la capacité des collectivités locales dans la RBMM à gérer leurs ressources naturelles d'une façon durable. L'USFWS collabore avec les autorités mexicaines et l'organisation Alternare, A.C., afin de soutenir un programme de formation destiné à accroître les capacités des collectivités locales en gestion des ressources naturelles; il a également financé des programmes de formation en techniques de reforestation à l'intention des paysans vivant dans la RBMM.

Depuis 1993, le volet des programmes internationaux de l'*US Forest Service* (USFS, Service des forêts des États-Unis) travaille avec les gestionnaires de la RBMM et des partenaires dans la région afin de renforcer les capacités en gestion, de conseiller les collectivités sur la gestion des ressources et de conserver les ressources naturelles dans la zone centrale de la Réserve. Le personnel de la forêt nationale américaine de Willamette, ainsi que d'autres unités de l'USFS, a dispensé une formation et tenu des consultations sur des questions relatives à l'inventaire forestier, à l'utilisation des systèmes de positionnement global (GPS) et d'information géographique (SIG), ainsi qu'à la conception et à l'entretien des sentiers. En collaboration avec les responsables de la Forêt modèle des monarques, des partenaires ont élaboré des propositions visant à dispenser une aide dans des domaines tels que la gestion des loisirs et l'écotourisme, l'écologie des paysages, la création et la commercialisation de produits du bois à petite échelle et des programmes de stimulants à l'intention des collectivités.

En mars 2006, le Comité trilatéral sur la conservation et la gestion des espèces sauvages et des écosystèmes (ci-après, le Comité trilatéral) a lancé un projet destiné à créer un réseau d'aires protégées apparentées devant collaborer entre elles afin de réaliser des projets de conservation du monarque axés sur la préservation et la remise en état des habitats, la recherche, la surveillance, l'éducation environnementale et la sensibilisation du public. Treize aires protégées administrées par l'USFWS, l'*US National Park Service* (USNPS, Service national des parcs des États-Unis), le Service canadien de la faune (SCF), l'Agence Parcs Canada (APC) et la Conanp ont été désignées comme formant le réseau initial (voir carte).

L'initiative de l'établissement du présent Plan nord-américain de conservation du monarque (PNACM) a été lancée lors d'un atelier sur la conservation de la voie migratoire du monarque tenu en décembre 2006, sous l'égide du volet des programmes internationaux de l'USFS, de l'*U.S. Agency for International Development* (USAID, Agence des États-Unis pour le développement international), du *Texas Parks and Wildlife Department* (TPWD, Service des parcs et de la faune du Texas), du *Wildlife Trust* et de la ville de McAllen (Texas). Cette initiative a été approuvée par le Comité trilatéral en mai 2007; en juin 2007, à la suite de l'initiative du président mexicain du Groupe de travail de la CCE sur la conservation de la biodiversité, le Conseil de la CCE, par sa résolution n° 07-09, a donné à son Secrétariat l'instruction de soutenir les travaux d'élaboration du PNACM. La CCE, le Comité trilatéral et le volet des programmes internationaux de l'USFS soutiennent également les travaux de mise au point d'un guide trilingue sur la surveillance du monarque, décrivant les protocoles normalisés de surveillance liés aux programmes existants, à l'intention des gestionnaires des terres, des scientifiques amateurs, des ONG et des enseignants et éducateurs partout en Amérique du Nord.



Réseau d'aires protégées apparentées du monarque

- 1 Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca (Réserve de la biosphère du monarque) (États de Michoacán et México) (Conanp)
- 2 Parc national Iztaccíhuatl Popocatepetl Zoquiapan (États de México, Puebla, Morelos) (Conanp)
- 3 Parc national Cumbres de Monterrey (Nuevo León) (Conanp)
- 4 Aire de protection de la flore et de la faune Maderas del Carmen (Coahuila) (Conanp)
- 5 Refuge faunique national Balcones Canyonlands (Texas) (USFWS)
- 6 Refuge faunique national St. Marks (Floride) (USFWS)
- 7 Refuges fauniques national Quivira (Kansas) (USFWS)
- 8 Flint Hills (Kansas) (USFWS)
- 9 Refuges fauniques national Marais des Cygnes (Kansas) (USFWS)
- 10 Refuge faunique national Neal Smith (Iowa) (USFWS)
- 11 Parc national Cuyahoga Valley (Ohio) (USNPS)
- 12 Réserve nationale de faune de Long Point (Ontario) (SCF)
- 13 Parc national de la Pointe-Pelée (Ontario) (APC)

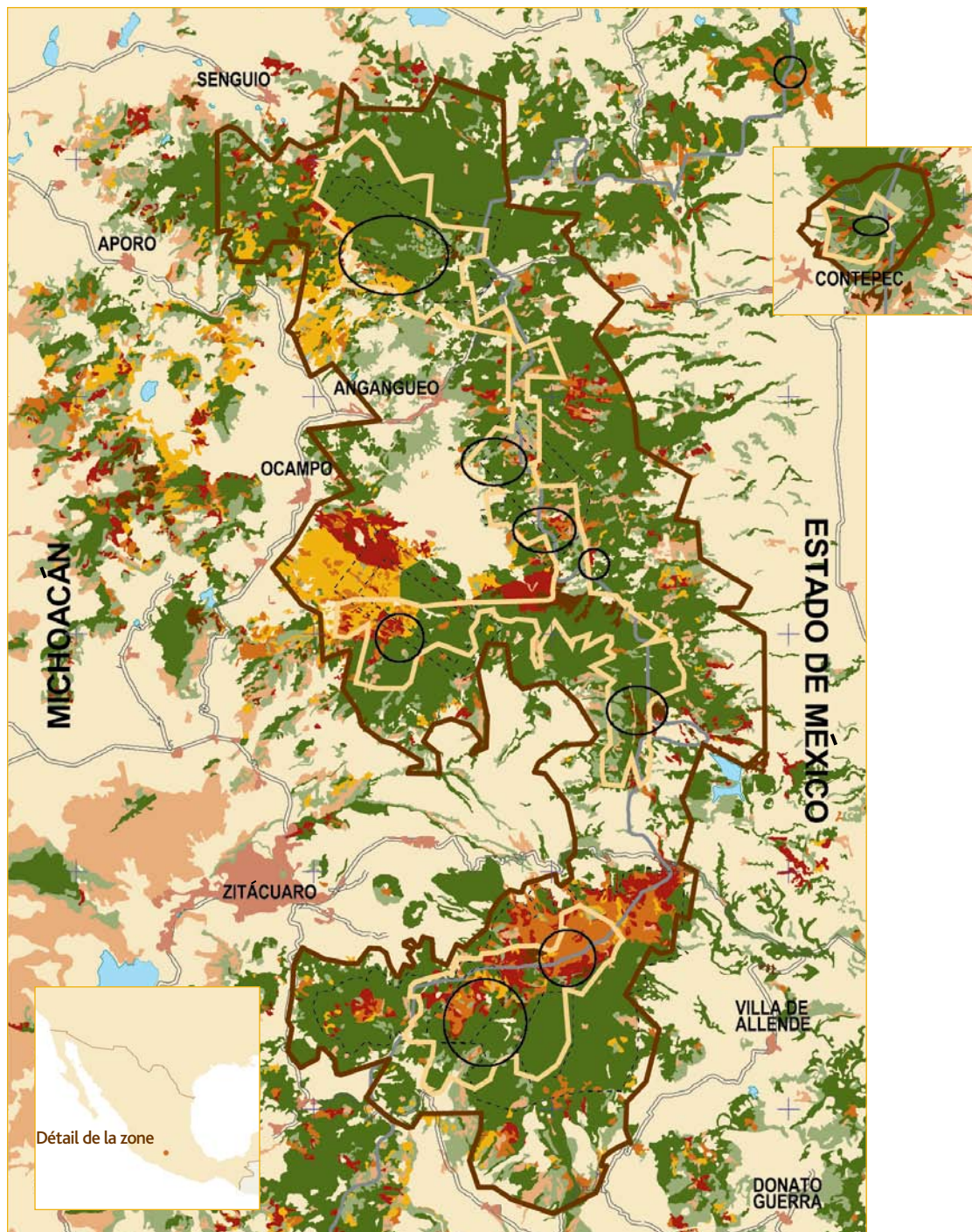
La Campagne pour la protection des pollinisateurs en Amérique du Nord (CPPAN) est une alliance de chercheurs axant leurs travaux sur les pollinisateurs, de groupes de conservation et environnementaux, de représentants du secteur privé et d'organismes étatiques/provinciaux et fédéraux des trois pays (<http://www.nappc.org/indexFr.html>). Elle vise à mettre sur pied des projets locaux, nationaux et internationaux concernant la recherche sur les pollinisateurs, l'éducation et la sensibilisation, la conservation et la remise en état, des initiatives spéciales de partenariat, ainsi que les politiques et pratiques. Le but principal de cette campagne est de montrer d'ici cinq ans les effets positifs des animaux pollinisateurs tels que le monarque sur la santé de la population humaine. Un groupe de travail de la CPPAN s'occupe expressément de la surveillance et de la conservation du monarque.

10.2 Canada

La *Loi sur les espèces en péril* (LEP), adoptée par le gouvernement du Canada en 2003, a créé un processus officiel pour l'évaluation, la désignation et le rétablissement des espèces menacées (Environnement Canada, 2007). Outre sa liste légale d'espèces en péril, la LEP comprend des interdictions générales et des dispositions d'application. Elle assure une protection à toutes les espèces désignées comme en voie de disparition, menacées ou disparues du pays, et protège les habitats essentiels de ces espèces lorsque ceux-ci se trouvent sur des terres fédérales. Conformément à la LEP, le gouvernement du Canada établit des plans de gestion qui fixent des buts et objectifs en matière de conservation, qui définissent les menaces pesant sur les espèces et qui indiquent les principaux domaines dans lesquels des mesures devront être prises pour parer à ces menaces. Le monarque est désigné comme espèce préoccupante aux termes de la LEP, en raison d'une combinaison de caractéristiques biologiques et de menaces déterminées, en particulier les risques auxquels sont exposés les sites d'hivernage au Mexique.

La *Loi sur les parcs nationaux* protège également le monarque au parc national de la Pointe-Pelée, en Ontario. En 1995, le Canada et le Mexique ont signé une déclaration visant la création d'un réseau international de réserves du monarque. Les deux pays se sont engagés à élargir conjointement ce réseau. Trois zones dans le sud de l'Ontario ont été désignées comme réserves du monarque dans le cadre de cette déclaration : le parc national de la Pointe-Pelée, la réserve nationale de faune de Long Point et la réserve nationale de faune de Prince Edward Point. Ces trois zones étaient toutes protégées avant la déclaration.

En 1997, l'Assemblée législative de la province de l'Ontario a adopté la *Loi sur la protection du poisson et de la faune*. Cette loi confère une protection spéciale à plusieurs espèces d'invertébrés, dont le monarque. Elle prescrit que quiconque en Ontario élève, capture, marque des monarques ou mène des recherches à leur égard doit demander un permis spécial pour accomplir de telles activités.



Perte de la superficie boisée dans la Réserve de la biosphère du monarque et ses environs, entre 1986 et 2006

Périodes de pertes

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

Limites de la Réserve

- Aire centrale, 2000
- Zone tampon, 2000
- Aire protégée, 1986
- Aire d'hivernage, 1986-2006

Occupation du sol

- Forêt dense
- Forêt perturbée
- Arbustaie
- Terres cultivées et pâturages
- Zones urbanisées
- Eau

- Limites de l'État
- Routes principales

Source: Ramírez Ramírez, M. Isabel, Ruth Miranda Guerrero, Raúl Zubieta Hernández (2007). *Vegetación y Cubiertas del Suelo, 2006 (1:75000). Serie Cartográfica Monarca, volume I, deuxième édition. MBSF-CIGA-UNAM-SEMARNAT-UNESCO.* <<http://www.ine.gob.mx/publicaciones>>.

*Diverses
universités
et ONG
américaines
soutiennent
directement et
indirectement
la conservation
du monarque.*

10.3 États-Unis

Actuellement, aux États-Unis, aucun statut juridique spécial n'est attribué à l'échelon fédéral au monarque ou à ses habitats.

En Californie, les protections juridiques actuelles sont issues d'une mosaïque de règlements municipaux, de plans de gestion des zones côtières et de lois de l'État. En 1987, l'Assemblée législative de la Californie a adopté l'*Assembly Bill* (Loi de l'Assemblée) n° 1671 afin de reconnaître la migration du monarque et le rassemblement hivernal de la population en tant que ressource naturelle et d'encourager la protection des habitats d'hivernage de l'espèce. L'année suivante, les électeurs californiens ont approuvé une émission d'obligations visant à affecter 2 000 000 \$ à l'achat d'aires d'hivernage constituant des habitats essentiels (Snow et Allen, 1993). En conséquence, certaines aires de repos hivernal dans des parcs d'État, de comté ou municipaux bénéficient d'une protection. Quelques villes et comtés de la Californie ont adopté des règlements interdisant les activités qui perturbent les monarques et les arbres dans lesquels ils hivernent. Bon nombre des règlements actuellement en vigueur appliquent ces interdictions uniquement pendant les périodes de l'année où il y a des monarques.

Diverses universités et ONG américaines soutiennent directement et indirectement la conservation du monarque. Par exemple, le programme Monarch Watch de l'University of Kansas finance la création de haltes procurant au monarque un habitat où il peut trouver du nectar et se reproduire le long de sa voie migratoire. À l'automne 2007, plus de 1 800 haltes de ce type, d'une superficie allant de 100 à plus de 1 000 m², avaient officiellement été créées.

D'autres organisations comme *Journey North*, la *Monarch Butterfly Sanctuary Foundation* (Fondation du Sanctuaire du monarque), le *Fondo de Reforestación de Michoacán* (Fonds de reforestation de l'État de Michoacán), le *Monarch Program* et la programme *Monarchs in the Classroom* (Le monarque à l'école, University of Minnesota) recueillent des fonds afin d'assurer directement une aide aux monarques et de sensibiliser davantage la population à l'espèce au moyen de divers programmes éducatifs. La *Xerces Society for Invertebrate Conservation* (Société Xerces pour la conservation des invertébrés), travaillant en collaboration avec la *Ventana Wilderness Society* (Société Ventana pour la conservation de la faune) et la California Polytechnic State University administrent une initiative visant à recenser les populations de monarques hivernants lors de dénombrements effectués le Jour d'Action de grâce. En outre, la Xerces Society évalue les textes législatifs et règlements adoptés dans l'État de la Californie et les municipalités en ce qui concerne les aires d'hivernage du monarque (voir également Brower et coll., 1993).

Le *Texas Parks and Wildlife Department* (TPWD, Service des parcs et de la faune du Texas) dans le cadre de son programme de surveillance du monarque, finance des ateliers concernant la surveillance du monarque et fournit des trousseaux d'information aux bénévoles qui assurent cette surveillance. Le TPWD attribue aussi des contrats à des scientifiques en vue de la surveillance de transects dans l'emprise des grandes routes. En outre, des unités du réseau d'aires protégées du Texas espèrent adopter le guide de protocoles normalisés de surveillance actuellement mis au point en collaboration avec la CCE à l'intention du réseau d'aires protégées apparentées, afin d'assurer une plus grande couverture géographique le long de la voie migratoire du monarque. Cela pourrait servir de modèle aux organismes chargés des ressources dans d'autres États le long de la voie migratoire.

10.4 Mexique

Trois décrets fédéraux ont été promulgués afin de protéger les habitats du monarque au Mexique. Le premier (décret de 1980) protégeait les aires d'hivernage du monarque, sans préciser les emplacements à conserver, et restreignait les activités d'extraction dans les forêts uniquement pendant la saison d'hivernage (de novembre à mars). Le deuxième (décret de 1986) définissait cinq zones distinctes d'une superficie totale de 16 110 hectares aux fins de la protection le long de la frontière entre les États de México et de Michoacán: Cerro Altamirano, Sierra Chincua, Sierra El Campanario, Cerros Chivatí-Huacal et Cerro Pelón. Ces cinq zones ont été collectivement baptisées *Reserva Especial de la Biosfera Mariposa Monarca* (Réserve spéciale de la biosphère du monarque). Chaque emplacement comptait une zone centrale et une zone tampon, les zones centrales totalisant 4 491 ha et les zones tampons, 11 619 ha. Le 10 novembre 2000, un décret présidentiel (décret de 2000) instituait la *Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca* (Réserve de la biosphère du monarque) et en portait la superficie à 56 259 ha (13 552 ha de zone centrale et 42 707 ha de zone tampon). Cette nouvelle réserve s'accompagnait de la création du *Fondo para la Conservación de la Mariposa Monarca* (Fonds de conservation du monarque), administré par le FMCN et la section mexicaine du FMN, qui fournit des incitations économiques en vue de prévenir l'exploitation forestière par les collectivités locales propriétaires de la zone centrale, dont les permis d'exploitation ont été supprimés (Missrie, 2004; Galindo-Leal et Rendón Salinas, 2005; Missrie et Nelson, 2007).

Le monarque a également été désigné comme faisant l'objet d'une protection spéciale dans la norme officielle relative aux espèces en péril (NOM-059-SEMARNAT-2001) du gouvernement du Mexique. Cela signifie qu'il est considéré comme une espèce ou une population qui pourrait être menacée par des facteurs ayant des effets néfastes sur sa viabilité, et qu'il faut favoriser son rétablissement et sa conservation partout où l'espèce est présente.

De plus petites colonies hors de la RBMM, font l'objet de divers degrés de protection à l'échelon fédéral, dont la mise en application est assurée par la Conanp. Le parc national Iztaccíhuatl-Popocatepetl et l'aire de ressources naturelles protégées de Los Azufres accueillent régulièrement de petites colonies de monarques hivernants et les aires en question sont protégées. La colonie de Mil Cumbres, dans la zone du Cerro Garnica, est partiellement incluse dans le parc national Cerro Garnica, mais ces dernières années, cette colonie s'est établie à environ un kilomètre de la limite nord du parc national et elle n'est donc plus visée par des mesures de protection. Une autre colonie se forme dans la zone de Piedra Herrada, près de la Valle de Bravo (dans l'État de México). Cette zone avait été protégée par un décret de 1941 du président Avila Camacho, en tant qu'aire naturelle protégée, et une révision de ce décret effectuée en 2005 a entraîné la protection d'une superficie de 143 848 ha dans les bassins versants de Valle de Bravo, Malacatepec, Xalostoc et Temascaltepec. Dans le cadre du *Programa de Desarrollo Regional Sustentable* (Proders, Programme régional de développement durable) (Conanp, 2007), des fonds ont été affectés à l'aire naturelle protégée afin d'être utilisés dans la zone écotouristique de Piedra Herrada, un site d'hivernage du monarque qui offre des services de guide touristique. Certains des fonds seront utilisés pour mettre sur pied un centre culturel à proximité de ce site. L'État de México a institué un sanctuaire hydrologique dans la zone de Corral del Piedra (3 622 ha), qui englobe également le sanctuaire du monarque de Piedra Herrada. Les colonies de papillons de Cerro del Amparo et Palomas (toutes deux situées dans la municipalité de Temascaltepec, État de México) sont incluses dans le parc national Nevado de Toluca. Toutefois, des mesures de protection expressément axées sur le monarque n'ont été instituées à titre obligatoire dans aucune de ces zones.

Plusieurs ONG mexicaines soutiennent la conservation du monarque. Par exemple, la section mexicaine du FMN mène des activités liées à la conservation du monarque telles que la surveillance des colonies, la gestion forestière, le rétablissement des communautés, l'écotourisme et l'éducation environnementale. Le projet de protection de

Le monarque a également été désigné comme faisant l'objet d'une protection spéciale dans la norme officielle relative aux espèces en péril du gouvernement du Mexique.

En 2004, le gouvernement fédéral, représenté par le Semarnat par l'intermédiaire de la Conanp, a organisé le premier Forum régional sur le monarque, avec la collaboration des gouvernements des États de México et de Michoacán, de la RBMM et de la section mexicaine du FMN.

l'habitat de La Cruz finance la plantation de pins et d'*oyameles* dans l'habitat d'hivernage du monarque. L'organisation Alternare, A.C., soutient les collectivités locales dans la RBMM et à proximité en faisant la promotion de diverses pratiques durables dans les domaines de l'agriculture, du bâtiment et de la reforestation. Des activités analogues sont menées dans l'État de México par la *Fundación Nacional para la Conservación del Hábitat Boscoso de la Mariposa Monarca* (Funacomm, Fondation nationale pour la conservation de l'habitat forestier du monarque), qui a pris part à l'exposition organisée en 2007 par le TPWD afin de trouver des marchés pour les produits d'artisanat des collectivités locales. Le programme de l'organisation *Biocenosis* relatif au monarque vise à favoriser la conservation de l'espèce et de ses habitats, de même que la conservation et la gestion des écosystèmes en général et la surveillance sociale. Les ONG *Hombre y Alas de Conservación* (Halcon) et *Gestión Ambiental y Proyectos para el Desarrollo Sustentable Monarca* (Gapdes), établies à Zitacuaro, soutiennent les collectivités locales dans la RBMM en réalisant des projets concernant notamment l'aménagement du territoire, la gestion forestière, le développement durable et la remise en état de l'environnement.

En 2001, le *Procuraduría Federal de Protección al Ambiente* (Profepa, Bureau du Procureur fédéral chargé de la protection de l'environnement) a organisé un atelier scientifique et technique multidisciplinaire afin d'établir un plan concerté destiné à systématiser et à intégrer l'information technique existante et les activités de conservation, de manière à élucider les causes de la mortalité de monarques dans les aires d'hivernage. Le groupe comprend des représentants de la RBMM, de la section mexicaine du FMN, de l'*Instituto Politécnico Nacional* (Institut polytechnique national) et de l'*Universidad Nacional Autónoma de México* (UNAM, Université nationale autonome du Mexique); il a pour but de déterminer les risques occasionnés au monarque par les activités humaines et les phénomènes naturels et d'élaborer des mesures de prévention de ces risques. Les commissions forestières des États de Michoacán et de México soutiennent également des programmes et des mesures de conservation en offrant une aide technique et des subventions, en coordination avec plusieurs autres organismes gouvernementaux.

En 2004, le gouvernement fédéral, représenté par le Semarnat par l'intermédiaire de la Conanp, a organisé le premier Forum régional sur le monarque, avec la collaboration des gouvernements des États de México et de Michoacán, de la RBMM et de la section mexicaine du FMN. Cet événement annuel a pour objet de favoriser la coordination et la collaboration entre de nombreuses parties prenantes, de déterminer les priorités en matière de conservation et de recherche, d'encourager la transparence des institutions et de contribuer à la sensibilisation aux défis à relever et aux possibilités qui s'offrent en matière de résolution de problèmes. Les gouverneurs des États de México et de Michoacán et des représentants du Semarnat ont participé à chaque Forum.

La Conanp a élaboré en 2007 une stratégie nationale relative au tourisme durable dans les aires protégées. Dans la RBMM, la stratégie est axée sur: la prévention et la réduction des répercussions néfastes au tourisme, au moyen d'activités de planification, de surveillance et de réglementation; la promotion du développement durable des activités touristiques par un soutien dans le domaine des infrastructures, par exemple des sentiers pédestres plus respectueux de l'environnement; enfin, l'amélioration des connaissances des personnes qui œuvrent dans le secteur du tourisme. En outre, la Conanp travaille à promouvoir des activités touristiques à long terme qui mettront l'accent sur l'écologie et les paysages de la RBMM. Récemment, l'Alliance FMN-Telcel a commencé à collaborer avec la Conanp et l'*ejido* El Rosario en vue d'établir des plans d'aménagement du territoire et de gestion du tourisme, et d'améliorer l'infrastructure de base, de manière à permettre une activité touristique plus durable. Ces intervenants travaillent à améliorer les salles de bains aménagées pour les touristes, afin d'éviter des rejets d'eaux d'égout dans la partie amont du bassin versant; ils ont installé 65 panneaux d'éducation, d'information et de gestion des foules; de plus, ils ont commencé à améliorer l'infrastructure commerciale (corridor de restaurants et de boutiques).

11 PERCEPTION DU MONARQUE PAR LE PUBLIC ET INCIDENCES COMMERCIALES DE L'ESPÈCE

Aux États-Unis, le monarque a été désigné comme insecte d'État de l'Alabama, de l'Idaho, de l'Illinois et du Texas, et comme papillon d'État du Minnesota, du Vermont et de la Virginie-Occidentale. L'Assemblée législative de la Californie a décrété que le 5 février serait le Jour du monarque de l'Ouest dans cet État, en vue de sensibiliser le public à l'importance de ce papillon spectaculaire. En 1998, le monarque a été choisi par vote populaire comme insecte emblématique du Québec. En 1989, il a été désigné insecte national des États-Unis. Au Mexique, il est l'insecte représentatif de l'État de Michoacán, de même qu'une représentation populaire de la nature mexicaine.

Les enfants étudient le monarque à l'école, des scientifiques amateurs surveillent bénévolement sa migration et sa reproduction partout en Amérique du Nord, des protecteurs de l'environnement s'inquiètent des répercussions des activités humaines sur l'espèce et des citoyens, des organismes gouvernementaux et des organisations vouées à la conservation s'efforcent d'atténuer ces répercussions. Les scientifiques étudient le comportement reproducteur du monarque, ses interactions avec l'asclépiade et les prédateurs, ses réactions aux changements environnementaux et sa migration.

Une partie de la fascination que le monarque exerce est attribuable à sa migration spectaculaire, au cours de laquelle un même individu peut traverser le Canada, les États-Unis et le Mexique. L'idée qu'un organisme dont la masse est à peu près équivalente à celle d'un trombone puisse voler sur des milliers de kilomètres depuis ses aires de reproduction estivales jusqu'à ses aires d'hivernage au Mexique est stupéfiante, tout comme le sont les rassemblements de millions de papillons qui ne sont peut-être surpassés en nombre que par le krill dans l'océan Arctique. En outre, le monarque est très facile à élever et à observer en captivité, et de nombreux adultes se rappellent avoir découvert une larve de monarque durant leur enfance et avoir observé sa métamorphose en papillon.

La popularité du monarque fait que nous nous soucions de sa conservation; bien que les activités humaines aient des effets néfastes sur tous les organismes avec lesquels nous partageons la planète, le monarque suscite plus que sa part de préoccupations dans le public. L'attrait exercé par le monarque et l'intérêt qui en a résulté pour sa conservation et la recherche scientifique sur l'espèce ont enrichi les connaissances humaines sur le monde naturel et accru notre souci de le préserver.



Peu d'espèces jouissent d'autant de popularité que le monarque.

12 MESURES TRINATIONALES DE CONSERVATION: OBJECTIFS ET CIBLES

La conservation du monarque nécessitera des mesures trilatérales qui devront être prises par des personnes, des organisations et des institutions. Nous présentons ici des objectifs et des mesures conçus pour atteindre le but global suivant: *conserver les habitats dont le monarque a besoin au cours de son cycle annuel de reproduction, de migration et d'hivernage*. Ces objectifs et actions reflètent nos meilleures connaissances sur les aspects de la biologie du monarque qui sont pertinents en matière de conservation et qui sont résumés dans le présent document. La conservation des habitats devrait comprendre tant la protection des habitats existants que la remise en état des habitats qui ont été dégradés par les activités humaines. Puisque le monarque coexiste avec des populations humaines, les activités de conservation doivent également prendre en compte les besoins sociaux, économiques et éducatifs des humains qui vivent à l'intérieur et à proximité des habitats de l'espèce. En outre, puisque le monarque utilise un large éventail d'habitats couvrant de vastes régions géographiques durant son cycle migratoire, il est essentiel que les mesures de conservation procèdent d'une approche basée sur l'ensemble de la voie migratoire, plutôt que d'être exclusivement axées sur un stade particulier du cycle annuel. Cependant, la superficie restreinte des sites d'hivernage au Mexique et en Californie et les menaces immédiates d'origine humaine qui pèsent sur ces sites font que la conservation des aires d'hivernage est un sujet de préoccupation prioritaire et immédiat.

En vue de la réalisation du but général de la conservation des habitats du monarque, des mesures particulières sont proposées dans quatre principaux domaines: 1) prévention, élimination et atténuation des menaces; 2) approches habilitantes innovatrices; 3) recherche, surveillance, évaluation et présentation de rapports; 4) éducation, sensibilisation et renforcement des capacités. Dans chaque domaine, des mesures particulières et des objectifs particuliers de conservation sont proposés. La vaste aire de répartition des populations de monarques et leur biologie complexe, résumées dans le présent document, exigent que l'on poursuive les recherches concernant les répercussions de mesures particulières sur la conservation de l'espèce. Ainsi, bon nombre des objectifs de conservation concernent des manières d'étoffer nos connaissances sur la biologie du monarque et, plus particulièrement, de surveiller ses interactions avec son environnement vivant et non vivant. En outre, les objectifs prennent en compte la surveillance des effets des mesures de conservation sur le bien-être socioéconomique des humains, en plus de leurs effets sur les populations de monarques.

12.1 Objectifs particuliers du Plan de conservation du monarque

1. PRÉVENTION, ÉLIMINATION ET ATTÉNUATION DES MENACES

A. Hivernage

- Réduire ou éliminer la déforestation attribuable à l'exploitation forestière et à la conversion des habitats.
- Tirer parti du tourisme sans causer de dommages aux populations de monarques ou à leurs habitats.
- Déterminer les causes de la réduction de la disponibilité de l'eau et en atténuer les répercussions sur les monarques.
- Déterminer les répercussions des plantes et insectes parasites sur les forêts dans les aires d'hivernage du monarque.

B. Voie migratoire

- Lutter contre les menaces de perte et de dégradation des habitats le long de la voie migratoire.

C. Aires de reproduction

- Lutter contre les menaces de perte, fragmentation et modification des habitats de reproduction.
- Limiter les répercussions des pratiques de gestion des habitats sur les monarques, les plantes à fleurs et les asclépiades.

D. Dans l'ensemble de l'aire de répartition annuelle

- Effectuer des recherches concernant les effets des changements climatiques sur la survie des monarques.
- Évaluer les répercussions des parasites et des agents pathogènes sur les monarques et leurs plantes hôtes.

2. APPROCHES HABILITANTES INNOVATRICES

- Promouvoir des sources de revenus écologiquement durables pour les particuliers et les institutions dont le mode de subsistance actuel entraîne la dégradation des habitats du monarque.
- Soutenir des activités trilatérales favorisant la coopération et le soutien dans le domaine de l'environnement.

3. RECHERCHE, SURVEILLANCE, ÉVALUATION ET PRÉSENTATION DE RAPPORTS

- Surveiller la distribution et l'abondance des populations de monarques et la qualité de leurs habitats, et utiliser les données de surveillance pour comprendre les forces agissantes sur les populations de monarques.
- Déterminer les facteurs socioéconomiques qui influent sur la répartition et l'abondance des monarques.
- Évaluer les effets des mesures de conservation sur la répartition et l'abondance des monarques.

4. ÉDUCATION, SENSIBILISATION ET RENFORCEMENT DES CAPACITÉS

- Intensifier les activités de communication et d'échange d'information à l'appui de la conservation du monarque.
- Améliorer les programmes de renforcement des capacités, de formation et de réseautage.

12.2 Tableau des mesures particulières

1. PRÉVENTION, ÉLIMINATION ET ATTÉNUATION DES MENACES

A. Hivernage

MENACES	MESURES	PRIORITÉ	DURÉE
1. Menaces attribuables à la déforestation causée par : l'exploitation forestière illégale organisée à grande échelle; l'exploitation forestière illégale de subsistance à petite échelle; l'exploitation forestière légale; la conversion des habitats. Objectif : Réduire ou éliminer la déforestation attribuable à l'exploitation forestière et à la conversion des habitats.	Évaluer les effets des changements dans l'utilisation des terres à l'intérieur et à proximité de la RBMM	⓪⓪⓪⓪	→
	Au Mexique, réaliser des projets de renforcement des capacités à long terme à l'appui d'une intensification des programmes de surveillance et d'application de la loi par les gouvernements, les ONG et les groupes communautaires.	⓪⓪⓪⓪	→
	Aux États-Unis, acheter des aires d'hivernage en Californie et leur conférer une protection légale.	⓪⓪⓪⓪	→
	Au Mexique, fournir une aide et un soutien techniques par des mesures précises de prévention et d'atténuation, p. ex. modification de la conception du réseau de transport, fermeture des chemins d'exploitation, etc.	⓪⓪⓪⓪	3 ans
	Élaborer et renforcer des pratiques durables dans les collectivités et accroître le nombre de collectivités participant à ces projets.	⓪⓪⓪⓪	→
	Examiner l'efficacité des incitations économiques encourageant à ne pas couper d'arbres dans la RBMM.	⓪⓪⓪⓪	1 an
	Définir et promouvoir un marché de produits forestiers non ligneux pouvant être produits dans la zone tampon de la RBMM et les zones avoisinantes.	⓪⓪⓪	3 ans
	Promouvoir les plantations forestières commerciales dans la zone tampon et les zones avoisinantes.	⓪⓪	→
	Surveiller l'utilisation de la zone centrale et de la zone tampon par le monarque afin de déterminer si la protection actuelle est adéquate.	⓪⓪⓪	3 ans
	Promouvoir et renforcer les programmes de remise en état de l'environnement dans les zones de conservation, ainsi qu'une reforestation productive dans les zones gérées.	⓪⓪⓪	→
2. Menaces imputables aux activités touristiques insuffisamment réglementées Objectif : Tirer parti du tourisme sans causer de dommages aux populations de monarques ou à leurs habitats.	Évaluer les répercussions du tourisme sur les habitats forestiers et les perturbations occasionnées aux colonies hivernantes.	⓪⓪⓪	5 ans
	Élaborer et appliquer un plan d'écotourisme durable.	⓪⓪⓪	5 ans

1. PRÉVENTION, ÉLIMINATION ET ATTÉNUATION DES MENACES (suite)

A. Hivernage (suite)

MENACES	MESURES	PRIORITÉ	DURÉE
3. Menaces imputables à la réduction de la disponibilité de l'eau Objectif : Déterminer les causes de la réduction de la disponibilité de l'eau et en atténuer les répercussions sur les monarques.	Déterminer les causes de l'accès moindre à l'eau et surveiller la disponibilité de l'eau pour les monarques hivernants.	⚠⚠⚠⚠	1 an
	Rétablir l'accès à l'eau.	⚠⚠⚠⚠	→
4. Menaces imputables à des facteurs biologiques Objectif : Déterminer les répercussions des plantes et insectes parasites sur les forêts dans les aires d'hivernage du monarque.	Déterminer les effets du faux-gui sur <i>Abies religiosa</i> et mettre en œuvre un programme de lutte.	⚠⚠⚠⚠	→
	Déterminer les effets du scolyte et d'autres insectes sur <i>Abies religiosa</i> et mettre en œuvre un programme de lutte.	⚠⚠	→

B. Voie migratoire

1. Menace : Perte et dégradation des habitats le long de la voie migratoire Objectif : Lutter contre les menaces de perte et de dégradation des habitats le long de la voie migratoire.	Déterminer les types d'habitat et les emplacements qui sont essentiels à la migration (aires de repos et habitats fournissant du nectar).	⚠⚠⚠	3 ans
	Évaluer les effets des changements dans l'utilisation des terres sur la migration du monarque.	⚠⚠⚠	→
	Élaborer et diffuser des lignes directrices concernant la conservation, l'amélioration et la remise en état des habitats migratoires.	⚠⚠	→

C. Aires de reproduction

1. Menace : Perte et dégradation des habitats dans les aires de reproduction du monarque Objectif : Lutter contre les menaces de perte, fragmentation et modification des habitats de reproduction.	Déterminer si, quand et où les asclépiades constituent une ressource limitative et élaborer des plans de plantation d'espèces adaptées au climat régional.	⚠⚠⚠⚠	3 ans
	Renforcer la protection des habitats du monarque sur les terres publiques et privées.	⚠⚠⚠⚠	→
	Évaluer les effets des changements dans l'utilisation des terres sur le monarque et l'asclépiade (p. ex. conversion des terres à la culture de maïs et de blé pour la production d'éthanol, habitations).	⚠⚠⚠⚠	3 ans
	Élaborer des lignes directrices concernant des zones tampons agricoles pour les sources de nectar.	⚠⚠⚠	3 ans
	Élaborer des programmes de protection des habitats dans les emprises des routes, des lignes de transport d'électricité et des chemins de fer; promouvoir la protection dans des installations telles que les terrains de golf ou les parcs.	⚠⚠⚠	→

1. PRÉVENTION, ÉLIMINATION ET ATTÉNUATION DES MENACES (suite)

C. Aires de reproduction (suite)

MENACES	MESURES	PRIORITÉ	DURÉE
2. Menaces: Pratiques de gestion des habitats Objectifs: Limiter les répercussions des pratiques de gestion des habitats sur les monarques, les plantes à fleurs et les asclépiades.	Étudier et limiter les effets des biocides (herbicides, insecticides) sur les populations de monarques et leurs habitats.	⚠⚠⚠	3 ans
	Mettre au point des pratiques de fauchage des emprises des grandes routes et des autres routes qui soient compatibles avec la reproduction du monarque.	⚠⚠⚠	3 ans
	Élaborer des recommandations ayant pour but d'inciter à envisager l'asclépiade comme une plante bénéfique, et non comme une herbe nuisible.	⚠	1 an
	Lutter contre le cynanche et les autres plantes envahissantes qui ont des répercussions directes sur les monarques ou les asclépiades.	⚠⚠	→

D. Ensemble du cycle annuel

1. Menaces: Changements climatiques Objectif: Effectuer des recherches concernant les effets des changements climatiques sur la survie des monarques.	Déterminer les répercussions directes et indirectes des changements climatiques mondiaux sur les populations de monarques (réchauffement et autres changements dans les conditions atmosphériques, pollution, exposition accrue aux rayons UV, hausse du CO ₂ , espèces envahissantes).	⚠⚠⚠⚠	→
2. Menace: Parasites et agents pathogènes ayant des effets néfastes sur les monarques. Objectif: Évaluer les répercussions des parasites et des agents pathogènes sur les monarques et leurs plantes hôtes.	Déterminer le rôle de la production commerciale et de la répartition des monarques sur la prévalence des maladies. Envisager un programme d'inspection des sélectionneurs.	⚠⚠	3 ans

2. APPROCHES HABILITANTES INNOVATRICES

OBJECTIF	MESURES	PRIORITÉ	DURÉE
Promouvoir des sources de revenus écologiquement durables pour les particuliers et les institutions dont le mode de subsistance actuel entraîne la dégradation des habitats du monarque.	Établir des normes précises comportant des critères locaux pour les produits ligneux et non ligneux, y compris des produits agricoles bénéfiques pour le monarque, dans toute la voie migratoire.	⚠⚠	→
	Mettre au point des programmes de commerce équitable respectueux pour l'environnement pour des produits et services (p. ex., artisanat, écotourisme).	⚠	→
	Paiements pour services environnementaux (séquestration du carbone, services hydrologiques et conservation du paysage).	⚠⚠⚠⚠	→

2. APPROCHES HABILITANTES INNOVATRICES (suite)

OBJECTIF	MESURES	PRIORITÉ	DURÉE
Soutenir des activités trilatérales favorisant la coopération et le soutien dans le domaine de l'environnement.	Examiner la faisabilité juridique, sociale et environnementale de la promotion d'accords trinationaux relatifs aux servitudes de conservation.	ⓈⓈ	3 ans
	Étendre le réseau d'aires protégées apparentées (peut-être à l'aire récréative nationale d'Amistad et aux parcs d'État dans le Texas, à la Sierra Gorda dans l'État de Querétaro, aux aires de ressources naturelles protégées de Los Azufres et Valle de Bravo dans l'État de Michoacán).	ⓈⓈⓈ	→
	Soutenir un membre du personnel bilingue ou trilingue qui assurera la coordination et la surveillance des activités de conservation du monarque, peut-être hébergé par TPWD à Austin (Texas).	ⓈⓈⓈ	→

3. RECHERCHE, SURVEILLANCE, ÉVALUATION ET PRÉSENTATION DE RAPPORTS

Surveiller la distribution et l'abondance des populations de monarques et la qualité de leurs habitats, et utiliser les données de surveillance pour comprendre les forces agissantes sur ces populations.	Mettre au point une trousse à outils commune de surveillance avec des protocoles reliés aux programmes existants touchant la reproduction, la migration et l'hivernage.	ⓈⓈⓈⓈ	1 an
	Distribuer la trousse à outils de surveillance et coordonner la collecte des données.	ⓈⓈⓈⓈ	3 ans
	Créer un accord trinational d'échange de données entre les chercheurs et les parties prenantes, peut-être par la création d'une banque de données trinationale.	ⓈⓈⓈ	3 ans
	Établir un diagnostic des forces agissantes sur les populations.	ⓈⓈⓈ	3 ans
	Mettre au point des essais physiologiques faciles à appliquer concernant la performance des monarques, p. ex. teneur en hémolymphe, lipides et eau, indicateurs de stress.	Ⓢ	3 ans
	Déterminer l'influence de la topographie, de la configuration saisonnière des vents et d'autres caractéristiques du paysage sur les mouvements des monarques.	ⓈⓈ	3 ans
Déterminer les facteurs socioéconomiques qui influent sur la répartition et l'abondance des monarques.	Déterminer les facteurs socioéconomiques pouvant être ciblés aux fins de mesures d'atténuation concernant le monarque.	ⓈⓈⓈⓈ (Mexique) ⓈⓈ (É.-U. et Canada)	3 ans
	Déterminer les coûts et avantages, de même que la faisabilité (acceptation par les parties prenantes) de mesures d'atténuation pour la conservation du monarque.	ⓈⓈⓈⓈ (Mexique) ⓈⓈ (É.-U. et Canada)	3 ans

3. RECHERCHE, SURVEILLANCE, ÉVALUATION ET PRÉSENTATION DE RAPPORTS (suite)

OBJECTIF	MESURES	PRIORITÉ	DURÉE
Évaluer les effets des mesures de conservation sur la répartition et l'abondance des monarques.	Tenir un registre des mesures de conservation.	⚠⚠⚠	→
	Recueillir et analyser les données existantes et les utiliser pour déterminer si les mesures d'atténuation ont été efficaces.	⚠⚠⚠⚠	→
	Élaborer des procédures de gestion adaptative pour encourager les facteurs entraînant des changements favorables et décourager les facteurs entraînant des changements néfastes.	⚠⚠⚠⚠	→
	Mettre au point des indicateurs normalisés afin d'évaluer l'efficacité des incitations économiques à conserver les habitats du monarque.	⚠	→

4. ÉDUCATION, SENSIBILISATION ET RENFORCEMENT DES CAPACITÉS

Intensifier les activités de communication et d'échanges d'information à l'appui de la conservation du monarque.	Élaborer un plan trilatéral de sensibilisation concernant la voie migratoire du monarque, en tenant compte du matériel disponible et du matériel requis.	⚠⚠	1 an
	Élaborer, distribuer et évaluer une trousse éducative (concernant notamment la sensibilité aux valeurs des habitats et à leur gestion) à l'intention des enseignants, des formateurs et des consommateurs.	⚠⚠	1 an
	Recourir aux médias électroniques et à la presse écrite pour accroître la sensibilisation, le matériel étant distribué au moyen d'un site Web convivial et interactif.	⚠⚠⚠	→
	Relier les phénomènes migratoires du monarque à la conscience des changements climatiques.	⚠	3 ans
	Créer et distribuer une fiche d'information et d'autres matériels de communication sur l'état de la voie migratoire du monarque et les besoins connexes à l'intention des décideurs et des collectivités.	⚠⚠⚠	1 an
	Mettre au point et distribuer du matériel éducatif destiné aux consommateurs (services de pollinisation et produits sans danger pour le monarque).	⚠⚠	3 ans
Améliorer les programmes de renforcement des capacités, de formation et de réseautage.	Mettre au point un programme de formation sur le terrain à l'intention des décideurs de tous les niveaux.	⚠⚠	3 ans
	Élaborer et mettre en œuvre des programmes de formation des guides dans les aires d'hivernage et les haltes migratoires.	⚠⚠	1 an
	Élaborer et mettre en œuvre des programmes de formation à l'intention des professionnels des ressources naturelles concernant l'utilisation de la trousse à outils de surveillance.	⚠⚠	1 an
	Promouvoir une déclaration trinationale établissant que les mesures énoncées dans le PNACM constituent des priorités aux fins du financement.	⚠⚠	1 an

13 RÉFÉRENCES

Ackery, P. R., et R. I. Vane-Wright. 1984. *Milkweed butterflies: Their cladistics and biology*. Ithaca: Cornell University Press, Comstock Publishing Associates.

American Farmland Trust. 2007. <http://www.farmland.org/programs/protection/default.asp>. Consulté le 17 novembre 2007.

Altizer, S. M., et K. S. Oberhauser. 1999. « Effects of the protozoan parasite *Ophryocystis elektroscirrha* on the fitness of monarch butterflies (*Danaus plexippus*) ». *J. Inv. Pathol.* 74: 76-88.

Altizer, S. M., K. S. Oberhauser et L. P. Brower. 2000. « Associations between host migration and the prevalence of a protozoan parasite in natural populations of adult monarch butterflies ». *Ecol. Entomol.* 25: 125-139.

Anderson, J. B., et L. P. Brower. 1993. « Cold-hardiness in the annual cycle of the monarch butterfly ». Dans Malcolm, S. B., et M. P. Zalucki (dir.), *Biology and Conservation of the Monarch Butterfly*, p. 157-164. Natural History Museum of Los Angeles County. Los Angeles (CA).

Anderson, J. B., et L. P. Brower. 1996. « Freeze-protection of overwintering monarch butterflies in Mexico: critical role of the forest as a blanket and an umbrella ». *Ecol. Entomol.* 21: 107-116.

Anderson, P. L., R. L. Hellmich, M. K. Sears, D. V. Sumerford et L. C. Lewis. 2004. « Effects of cry1Ab-expressing corn anthers on monarch butterfly larvae ». *Environ. Entomol.* 33: 1109-1115.

Batalden, R., K. S. Oberhauser et A. T. Peterson. 2007. « Ecological niches in breeding generations of Eastern North American monarch butterflies ». *Ecol. Entomol.* 36: 1365-1373.

Bennett, J. P., et K. W. Stalte. 1985. *Using Vegetation Biomonitors to Assess Air Pollution Injury in National Parks: Milkweed Survey*. National Park Service, Air Quality Division, Denver (CO). National Resources Report Series no 85-1.

Brenner, L., et J. Hubert. 2006. « Actor-oriented management of protected areas and ecotourism in Mexico ». *J. Latin Amer. Geog.* 5: 7-27.

Brower, A. V. Z., et M. M. Jeansonne. 2004. « Geographical distributions and "subspecies" of New World monarch butterflies (Nymphalidae) share a recent origin and are not phylogenetically distinct ». *Entom. Soc. Amer.* 97: 519-523.

Brower, L. P. 1984. « Chemical defence in butterflies ». Dans R. I. Vane-Wright et P. R. Ackery (dir.), *The Biology of Butterflies*, p. 109-134. Academic Press, Londres.

Brower, L. P. 1985. « New perspectives on the migration biology of the Monarch butterfly, *Danaus plexippus* L. ». Dans M. A. Rankin (dir.), *Migration: Mechanisms and Adaptive Significance*, Contributions in Marine Science Series, vol. 27 (Suppl.), p. 748-785. Port Aransas (Texas): Marine Science Institute, The University of Texas at Austin.

- Brower, L. P. 1995. « Understanding and misunderstanding the migration of the monarch butterfly (Nymphalidae) in North America: 1857-1995 ». *J. Lepid. Soc.* 49: 304-385.
- Brower, L. P. 1996. « Forest thinning increases monarch butterfly mortality by altering the microclimate of the overwintering sites in Mexico ». Dans S. A. Ae, T. Hirowatari, M. Ishii et L. P. Brower (dir.), *Decline and Conservation of Butterflies in Japan III*, p. 33-44. Proceedings of the international symposium on butterfly conservation, Lepidop Soc. Japan, Osaka, Japon, 1994.
- Brower, L. P., G. Castilleja, A. Peralta, J. López-García, L. Bojórquez-Tapia, S. Diaz, D. Melgarejo et M. Missrie. 2002. « Quantitative changes in forest quality in a principal overwintering area of the monarch butterfly in Mexico, 1971-1999 ». *Conserv. Biol.* 16: 346-359.
- Brower, L. P., L. S. Fink et P. Walford. 2006. « Fueling the fall migration of the monarch butterfly ». *Int. Comp. Biol.* 46: 1123-1142.
- Brower, L. P., D. R. Kust, E. Rendón Salinas, E. García-Serrano, K. R. Kust, J. Miller, C. Fernández del Rey et K. Pape. 2004. « Catastrophic winter storm mortality of monarch butterflies in Mexico during January 2002 ». Dans Oberhauser, K. S., et M. J. Solensky (dir.), *Monarch Butterfly Biology and Conservation*, p. 151-166. Cornell University Press, Ithaca (NY).
- Brower, L. P., M. Munroe et K. Snow. 1993. *Conservation and Management Guidelines for Preserving Monarch Butterfly Migration and Overwintering Habitat in California*. The Xerces Society, Portland (OR).
- Brower, L. P., et R. M. Pyle. 2004. « The interchange of migratory monarchs between Mexico and the western United States, and the importance of floral corridors to the fall and spring migrations ». Dans Nabhan, G. (dir.), *Conservation of Migratory Pollinators and Their Nectar Corridors in North America*. Arizona-Sonora Desert Museum, Natural History of the Sonoran Desert Region, no 2. University of Arizona Press, Tucson (Arizona).
- Calvert, W. 2004. « Two methods of estimating overwintering monarch population size in Mexico ». Dans Oberhauser, K. S., et M. J. Solensky (dir.), *Monarch Butterfly Biology and Conservation*, p. 121-128. Cornell University Press, Ithaca (NY).
- Calvert, W., et L. P. Brower. 1986. « The location of monarch butterfly (*Danaus plexippus* L.) overwintering colonies in Mexico in relation to topography and climate ». *J. Lepid. Soc.* 40: 164-187.
- Conanp (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas). 2007. *Estrategia nacional para un desarrollo sustentable del turismo y la recreación en las áreas protegidas de México*. Semarnat-Conanp. México D.F., 81 p.
- Crewe, T. L., D. Lepage et J. D. McCracken. 2007. *Population Trend Analyses of Monarch Butterflies Using Daily Counts during Fall Migration at Long Point, Ontario, Canada (1995-2006)*. Études d'oiseaux Canada, 25p.
- Cruz-Piña, M., C. Galindo-Leal, E. Rendón-Salinas et S. Rodríguez-Mejía. 2006. *Monitoreo de las colonias de hibernación de Mariposa Monarca: superficie forestal de ocupación en diciembre de 2006*. Rapport de la section mexicaine du FMN (WWF-México), 6 p. Voir : <http://www.wwf.org.mx/>.

Dively, G. P., R. Rose, M. K. Sears, R. L. Hellmich, D. E. Stanley-Horn, D. D. Calvin, J. M. Russo et P. L. Anderson. 2004. « Effects on monarch butterfly larvae (*Lepidoptera: Danaidae*) after continuous exposure to cry1Ab-expressing corn during anthesis ». *Environ. Entomol.* 33: 1116-1125.

Dockx, C. 2007. « 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: 605-616.

Dussourd, D. E. 1993. « Foraging with finesse: Caterpillar adaptations for circumventing plant defenses ». Dans Stamp, N. E., et T. M. Casey (dir.), *Caterpillars: Ecological and Evolutionary Constraints on Foraging*, p. 92-131. Chapman and Hall, New York (NY).

Dussourd, D. E., et T. Eisner. 1987. « Vein-cutting behavior: Insect counterploy to the latex defense of plants ». *Science* 237: 898-901.

Environnement Canada. 2007. Espèces en péril. http://www.speciestrisk.gc.ca/default_f.cfm. Consulté le 9 novembre 2007.

FMN (Fonds mondial pour la nature). 2004. *La tala ilegal y su impacto en la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca*. Rapport de la section mexicaine du FMN (WWF-México), México D.F., 37 p. Voir : www.wwf.org.mx/.

FMN (Fonds mondial pour la nature). 2006. *Pérdida y deterioro de los bosques en la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca 2005-2006*. Rapport de la section mexicaine du FMN (WWF-México), México D.F., 8 p. Voir : www.wwf.org.mx/.

Foro Regional Mariposa Monarca. 2008. <http://www.foromonarca.net>. Consulté le 5 mars 2008.

Frey, D., J. L. Griffiths, J. Scott, S. Stevens et S. L. Stock. 2004. « Monarch butterfly population dynamics in Western North America: Emphasis on Monterey and San Luis Obispo Counties ». Rapport préparé pour Helen I. Johnson.

Frey, D. F., et A. Schaffer. 2004. « Spatial and temporal patterns of monarch overwintering abundance in Western North America ». Dans Oberhauser, K. S., et M. J. Solensky (dir.), *Monarch Butterfly Biology and Conservation*, p. 167-176. Cornell University Press, Ithaca (NY).

Galindo-Leal, C., et E. Rendón-Salinas. 2005. *Danaidas: las maravillosas Mariposas Monarca*. Publicación Especial N. 1. Alianza WWF-Telcel, México D.F., 82 p.

García-Serrano, E., J. Lobato Reyes et B. Xiomara Mora Alvarez. 2004. « Locations and area occupied by monarch butterflies overwintering in Mexico from 1993-2002 ». Dans Oberhauser, K. S., et M. J. Solensky (dir.), *Monarch Butterfly Biology and Conservation*, p. 129-134. Cornell University Press, Ithaca (NY).

Gibbs, D., R. Walton, L. Brower et A. K. Davis. 2006. « 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: 156-164.

Gibo, D. L., et J. A. McCurdy. 1993. « Lipid accumulation by migrating monarch butterflies (*Danaus plexippus* L.) ». *Can. J. Zool.* 71: 76-82.

- Goehring, L., et K. S. Oberhauser. 2002. « Effects of photoperiod, temperature and host plant age on induction of reproductive diapause and development time in *Danaus plexippus* ». *Ecol. Entomol.* 27(6): 674-685.
- Haber, W. A. 1993. « Seasonal migration of monarchs and other butterflies in Costa Rica ». Dans Malcolm, S. B., et M. P. Zalucki (dir.), *Biology and Conservation of the Monarch Butterfly*, Natural History Museum of Los Angeles County, Science Series 38: 201-207.
- Hansen Jesse, L. C., et J. J. Obrycki. 2000. « Field deposition of Bt transgenic corn pollen: lethal effects on the monarch butterfly ». *Oecologia* 125: 241-248.
- Herman, W. S. 1981. « Studies on the adult reproductive diapause of the monarch butterfly, *Danaus plexippus* ». *Biol. Bull.* 160: 89-106.
- Hoevenaer, T., et S. B. Malcolm. 2004. « Effects of milkweed latex and cardenolides on foraging and maintenance behaviors of first instar monarch larvae ». Dans Oberhauser, K. S., et M. J. Solensky (dir.), *Monarch Butterfly Biology and Conservation*, p. 55-59. Cornell University Press, Ithaca (NY).
- Hoth, J. 1993. « Rural development and protection of the Monarch Butterfly (*Danaus plexippus*) in Mexico: a sustainable development approach ». School of Rural Planning and Development. Canada. (rapport de recherche, majeure en M. Sc.), 39 p.
- Hoth, J., L. Merino, K. S. Oberhauser, I. Pisanty, S. Price et T. Wilkinson. 1999. Proceedings of the North American Conference on the Monarch Butterfly. Commission de coopération environnementale, Montréal (Québec), 428 p.
- Howard, E., et A. K. Davis. 2004. « Documenting the spring movements of monarch butterflies with Journey North, a citizen science program ». Dans Oberhauser, K. S., et M. J. Solensky (dir.), *Monarch Butterfly Biology and Conservation*, p. 105-116. Cornell University Press, Ithaca (NY).
- James, C. 2001. *Global Review of Commercialized Transgenic Crops*. International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications. <http://www.isaaa.org/Resources/Publications/briefs/24/download/isaaa-brief-24-2001.pdf>. Consulté le 17 novembre 2007.
- James, D. G. 1993. « Migration biology of monarchs in Australia ». Dans Malcolm, S. B., et M. P. Zalucki (dir.), *Biology and Conservation of the Monarch Butterfly*, p. 189-200. Natural History Museum of Los Angeles County, Los Angeles (CA).
- Knight, A. L., L. P. Brower et E. H. Williams. 1999. « 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: 531-556.
- Lamas, G. (2004). « Nymphalidae. Danainae ». Tiré de Lamas, G. (dir.), « Checklist: Part 4A. Hesperioidea – Papilionoidea ». Dans Heppner, J. B. (dir.), *Atlas of Neotropical Lepidoptera 5A*, p. 171-172. Association for Tropical Lepidoptera/Scientific Publishers, Gainesville (FL).
- Lane, J. 1993. « Overwintering monarch butterflies in California: Past and present ». Dans Malcolm, S. B., et M. P. Zalucki (dir.), *Biology and Conservation of the Monarch Butterfly*, p. 335-344. Natural History Museum of Los Angeles County, Los Angeles (CA).

- Leong, K. D., W. H. Sakai, W. Bremer, D. Feuerstein et G. Yoshimura. 2004. «Analysis of the pattern of distribution and abundance of monarch overwintering sites along the California coastline ». Dans Oberhauser, K. S., et M. J. Solensky (dir.), *Monarch Butterfly Biology and Conservation*, p. 177-186. Cornell University Press, Ithaca (NY).
- Losey, J. E., L. S. Rayor et M. E. Carter. 1999. «Transgenic pollen harms monarch larvae ». *Nature* 399: 214.
- Malcolm, S. B. 1991. « Cardenolide-mediated interactions between plants and herbivores ». Dans Berenbaum, M. R., et G.A. Rosenthal (dir.), *Herbivores: Their Interactions with Secondary Plant Metabolites*, vol. 1, p. 251-296.
- Malcolm, S. B. 1993. « Conservation of Monarch Butterfly migration in North America: an endangered phenomenon ». Dans Malcolm, S. B., et M. P. Zalucki (dir.), *Biology and Conservation of the Monarch Butterfly*, p. 357-361. Natural History Museum of Los Angeles County, Los Angeles (CA).
- Malcolm, S. B. 1994. « Milkweeds, monarch butterflies, and the ecological significance of cardenolides ». *Chemoecology* 5: 101-117.
- Malcolm, S.B., R.A. Martin, S.P. Lynch, L.P. Brower, S.B. Malcolm et T. Van Hook. 1992. « 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: 1-13.
- Malcolm, S. B., B. J. Cockrell et L. P. Brower. 1987. « Monarch butterfly voltinism: Effects of temperature constraints at different latitudes ». *Oikos* 49: 77-82.
- Malcolm, S. B., B. J. Cockrell et L. P. Brower. 1989. «The cardenolide fingerprint of monarch butterflies reared on the common milkweed, *Asclepias syriaca* ». *J. Chem. Ecol.* 15: 819-853.
- Malcolm, S. B., B. J. Cockrell et L. P. Brower. 1993. « Spring recolonization of eastern North America by the monarch butterfly: successive brood or single sweep migration? ». Dans Malcolm, S. B., et M. P. Zalucki (dir.), *Biology and Conservation of the Monarch Butterfly*, p. 253-267. Natural History Museum of Los Angeles County, Los Angeles (CA).
- Malcolm, S. B., et M. P. Zalucki. 1996. « Milkweed latex and cardenolide induction may resolve the lethal plant defense paradox ». *Entomol. Exp. Appl.* 80: 193-196.
- Masters, A. R., S.B. Malcolm et L. P. Brower. 1988. « Monarch butterfly (*Danaus plexippus*) thermoregulation behavior and adaptations for overwintering in Mexico ». *Ecology* 69: 458-467.
- Meade, D. 1999. *Monarch Butterfly Overwintering in Santa Barbara County, California*. Report to Planning and Development Department of Santa Barbara County, California. Prepared by Althouse and Meade, Biological and Environmental Services, Paso Robles (CA).
- Meitner, C. J., L. P. Brower et A. K. Davis. 2004. « Migration patterns and environmental effects on stopover of monarch butterflies (Lepidoptera, Nymphalidae) at Peninsula Point, Michigan ». *Environ. Entomol.* 33: 249-256.
- Missrie, M. 2004. « Design and implementation of a new protected area for overwintering monarch butterflies in Mexico ». Dans Oberhauser, K. S., et M. J. Solensky (dir.), *Monarch Butterfly Biology and Conservation*, p. 141-150. Cornell University Press, Ithaca (NY).

- Missrie, M., et K. C. Nelson. 2007. « Direct payments for conservation: Lessons from the Monarch Butterfly Conservation Fund ». Dans A. Usha (dir.), *Bio-diversity and Conservation: International Perspectives*, p. 189-212. The Icfai University Press, Hyderabad, Inde.
- Montesinos-Patiño, E.B. 2003. « Biología y estructura genética de las poblaciones locales y migratorias de Mariposa Monarca (*Danaus plexippus* L.) en México ». Thèse de maîtrise en écologie pure. Instituto de Ecología, UNAM.
- NRCS (Natural Resources Conservation Service). 2001. *Natural Resources Inventory 2001*. <http://www.nrcs.usda.gov/Technical/land/nri01/nri01dev.html>. Consulté le 8 janvier 2008.
- Oberhauser, K. S. 2007. « Programa norteamericano de monitoreo de la Mariposa Monarca ». Dans Pisanty, I., et M. Caso, *Especies, espacios y riegos: Monitoreo para la conservación de la biodiversidad*, p 33-58. Instituto Nacional de Ecología (INE-Semarnat), México D.F.
- Oberhauser, K. S., S. J. Brinda, S. Weaver, R. D. Moon, S. A. Manweiler et N. Read. 2006. « Growth and survival of monarch butterflies (Lepidoptera: Danaidae) after exposure to permethrin barrier treatments ». *Environ. Entomol.* 35 (6): 1626-1634.
- Oberhauser, K. S., I. Gebhard, C. Cameron et S. Oberhauser. 2007. « Parasitism of monarch butterflies (*Danaus plexippus*) by *Lespesia archippivora* (Diptera: Tachinidae) ». *Amer. Midl. Nat.* 157: 312-328.
- Oberhauser, K. S., et A.T. Peterson. 2003. « Modeling current and future potential wintering distributions of eastern North American monarch butterflies ». *Proc. Nat. Acad. Sci.* 100: 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 et R. L. Hellmich. 2001. « Temporal and spatial overlap between monarch larvae and corn pollen ». *Proc. Nat. Acad. Sci.* 98: 11913-11918.
- Oberhauser, K. S., et M. J. Solensky. 2002. *2001 Monarch Population Dynamics Meeting: Meeting and Working Group Summaries*. <http://www.monarchlab.org/pubs/WorkingGroupSummaries.pdf>. Consulté le 4 mars 2008.
- Prysby, M. D. 2004. « Enemies and survival of monarch eggs and larvae ». Dans Oberhauser, K. S., et M. J. Solensky (dir.), *Monarch Butterfly Biology and Conservation*, p. 27-37. Cornell University Press, Ithaca (NY).
- Pyle, R. M. 2000. *Chasing Monarchs: Migrating with the Butterflies of Passage*. Houghton Mifflin, Boston.
- Ramírez, M. I., J.G. Azcárate et L. Luna. 2003. « Effects of human activities on Monarch Butterfly habitat in protected mountain forests, Mexico ». *Forestry Chronicle* 79(2): 242-246.
- Ramírez, M. I., R. Miranda et R. M. Guerrero. 2006. *Serie Cartografica Monarca*. Vol. 1, «Vegetación y cubiertas del suelo ». Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca (Réserve de la biosphère du monarque), Mexique.
- Ramírez, M.I., et R. Zubieta. 2005. *Análisis regional y comparación metodológica del cambio en la cubierta forestal en la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca*. Rapport technique préparé pour le Fondo para la Conservación de la Mariposa Monarca, México D.F., septembre 2005, 52 p.

- Rayor, L. S. 2004. « Effects of monarch larval host plant chemistry and body size on *Polistes* wasp predation ». Dans Oberhauser, K. S., et M. J. Solensky (dir.), *Monarch Butterfly Biology and Conservation*, p. 39-46. Cornell University Press, Ithaca (NY).
- Rendón, E., et C. Galindo Leal. 2005. *Reporte preliminar del monitoreo de las colonias de hibernación de la Mariposa Monarca*. Rapport de la section mexicaine du FMN (WWF– México), México D.F., 9 p. Voir : www.wwf.org.mx
- Rendón, E., G. Ramírez, J. Pérez et C. Galindo-Leal (dir.). 2007. *Memorias del tercer Foro Mariposa Monarca, 2006*. Section mexicaine du FMN (WWF–México), 88 p . Voir : <http://www.wwf.org.mx/wwfmex/descargas/TFRMM2006.pdf>.
- Rendón-Salinas, E., S. Rodríguez-Mejía, M. Cruz-Piña, C. Galindo-Leal et S. Rodríguez-Mejía. 2007. *Monitoreo de las colonias de hibernación de Mariposa Monarca: Superficie forestal de ocupación en diciembre de 2006*. Rapport de la section mexicaine du FMN (WWF–México), México D.F., 6 p. Voir : www.wwf.org.mx.
- Rendón-Salinas, E., A. Valera Bermejo, M. Cruz Piña, S. Rodríguez Mejía et C. Galindo-Leal. 2006a. *Monitoreo de las colonias de hibernación de Mariposa Monarca: Superficie forestal de ocupación en diciembre de 2005*. Rapport de la section mexicaine du FMN (WWF–México), México D.F., 6 p. Voir : www.wwf.org.mx.
- Rendón-Salinas, A. Valera Bermejo, Ramírez-Galindo, J. Pérez-Ojeda et C. Galindo-Leal (dir.). 2006b. *Memorias segundo Foro Regional Mariposa Monarca*. México D.F., 102 p.
- Sears, M. K., R. L. Hellmich, D. E. Stanley-Horn, K. S. Oberhauser, J. M. Pleasants, H. R. Mattila, B. D. Siegfried et G. P. Dively. 2001. « Impact of Bt corn pollen on monarch butterfly populations: A risk assessment ». *Proc. Natl. Acad. Sci.* 98: 11937-11942.
- Slayback, D. A., L. P. Brower, M. I. Ramirez et L. S. Fink. 2007. « Establishing the presence and absence of overwintering colonies of the monarch butterfly in Mexico by the use of small aircraft ». *Amer. Entomol.* 53: 28-39.
- Snow, K. B., et M. M. Allen. 1993. « The monarch project: a program of practical conservation in California ». Dans Malcom, S. B., et M. P. Zalucki (dir.), *Biology and Conservation of the Monarch butterfly*, p. 393-394. Natural History Museum of Los Angeles County, Los Angeles (CA).
- Solensky, M. J. 2004. « Overview of monarch migration ». Dans Oberhauser, K.S., et M.J. Solensky (dir.), *Monarch Butterfly Biology and Conservation*, p. 79-83. Cornell University Press, Ithaca (NY).
- Stimson, J., et M. Berman. 1990. « Predator induced colour polymorphism in *Danaus plexippus* L. (Lepidoptera: Nymphalidae) in Hawaii ». *Heredity* 65: 401-406.
- Stimson, J., et L. Meyers. 1984. « Inheritance and frequency of a color polymorphism in *Danaus plexippus* (Lepidoptera: Danaidae) on Ohahu, Hawaii ». *J. Res. Lepid.* 23: 153-160.
- Swengel, A. B. 1995. « Population fluctuations of the monarch (*Danaus plexippus*) in the 4th of July Butterfly Count 1977-1994 ». *Amer. Midl. Nat.* 134: 205-214.
- University of Georgia. 2007. Project Monarch Health. <http://www.monarchparasites.org/>. Consulté le 17 novembre 2007.

- Urquhart, Fred A. 1976. « Found at last: The monarch's winter home ». *Nat. Geog.* 150: 161-173.
- USDA (United States Department of Agriculture). 2007. *National Agricultural Statistics Service*. <http://www.nass.usda.gov/index.asp> Consulté le 17 novembre 2007.
- Vane-Wright, R. I. 1986. « White monarchs ». *Antenna* 10: 117-118.
- Vane-Wright, R. I. 1993. « The Columbus hypothesis: An explanation for the dramatic 19th century range expansion of the monarch butterfly ». Dans Malcolm, S. B., et M. P. Zalucki (dir.), *Biology and Conservation of the Monarch Butterfly*, p. 179-187. Natural History Museum of Los Angeles County, Los Angeles (CA).
- Vane-Wright, R. I. 2007. « Linnaeus' butterflies ». *The Linnaean Collections*, 7, p. 59-74.
- Ventana Wildlife Society. 2007. *Monitoring Migrating Monarchs in Monterey County*. <http://www.ventanaws.org/conservation/monarchs.htm#updates>. Consulté le 9 novembre 2007.
- Walton, R. K., et L. P. Brower. 1996. « Monitoring the fall migration of the monarch butterfly *Danaus plexippus* L. (Nymphalidae: Danainae) in eastern North America: 1991-1994 ». *J. Lepid. Soc.* 50: 1-20.
- Walton, R. K., L. P. Brower et A. K. Davis. 2005. « Long-term monitoring and fall migration pattern of the monarch butterfly in Cape May, New Jersey ». *Ann. Entomol. Soc. Amer.* 98: 682-689.
- Wells, S. M., R. M. Pyle et N. M. Collins. 1983. *The IUCN Invertebrate Red Data Book*. Union internationale pour la conservation de la nature et de ses ressources (UICN, Union mondiale pour la nature), Gland, Suisse.
- Woodson, R. E. 1954. « The North American species of *Asclepias* L. ». *Ann. Mo. Bot. Gard.* 41: 1-211.
- Zalucki, M. P., et L. P. Brower. 1992. Survival of first instar larvae of *Danaus plexippus* (Lepidoptera: Danainae) in relation to cardiac glycoside and latex content of *Asclepias humistrata* (Asclepiadaceae). *Chemoecology* 3:81-93.
- Zalucki, M. P., A. R. Clarke et S. B. Malcolm. 2002. « Ecology and behavior of first instar larval Lepidoptera ». *Annu. Rev. Entomol.* 47: 361-393.
- Zalucki, M. P., et S. B. Malcolm. 1999. « Plant latex and first instar monarch larval growth and survival on three North American milkweed species ». *J. Chem. Ecol.* 25: 1827-1842.
- Zhu, H. I. Sauman, Q. Yuan, A. Casselman, M. Emery-Le et S. Reppert. 2008. « Cryptochromes define a novel circadian clock mechanism in monarch butterflies that may underlie sun compass navigation ». *PLoS Biol* 6(1): e4. Voir: <http://biology.plosjournals.org/perlserv/?request=get-document&doi=10.1371%2Fjournal.pbio.0060004>.
- .

14 ANNEXE : LISTE DES ACRONYMES

APC	Agence Parcs Canada
CCE	Commission de coopération environnementale
Cofom	<i>Comisión Forestal de Michoacán</i> (Commission forestière de l'État de Michoacán)
Conafor	<i>Comisión Nacional Forestal</i> (Commission forestière nationale)
Conanp	<i>Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas</i> (Commission nationale des aires naturelles protégées, relevant du Semarnat)
CPPAN	Campagne pour le protection des pollinisateurs en Amérique du Nord
FMCN	<i>Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza</i> (Fonds mexicain pour la conservation de la nature)
FMN	Fonds mondial pour la nature (aussi connu sous l'acronyme anglais WWF)
GTCB	Groupe de travail sur la conservation de la biodiversité (relevant de la CCE)
IPN	<i>Instituto Politécnico Nacional</i> (Institut polytechnique national)
LEP	Loi sur les espèces en péril (Canada)
ONG	Organisation non gouvernementale (appellation générique englobant de nombreux organismes sans but lucratif)
Probosque	<i>Proteectora de Bosques del Estado de México</i> (Service de protection des forêts de l'État de México)
Profepa	<i>Procuraduría Federal de Protección al Ambiente</i> (Bureau du Procureur fédéral chargé de la protection de l'environnement, relevant du Semarnat)
RBMM	<i>Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca</i> (Réserve de la biosphère du monarque, Mexique)
SCF	Service canadien de la faune
Semarnat	<i>Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales</i> (ministère de l'Environnement et des Ressources naturelles du Mexique)
TPWD	<i>Texas Parks and Wildlife Department</i> (Service des parcs et de la faune du Texas)
UNAM	<i>Universidad Nacional Autónoma de México</i> (Université nationale autonome du Mexique)
USAID	<i>United States Agency for International Development</i> (Agence des États-Unis pour le développement international)
USFS	<i>United States Forest Service</i> (Service des forêts des États-Unis)
USFWS	<i>United States Fish and Wildlife Service</i> (Service des pêches et de la faune des États-Unis)
USNPS	<i>United States National Park Service</i> (Service national des parcs des États-Unis)

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.



BIOGAS



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

