

Danaus plexippus



MONITOREO DE LA MARIPOSA MONARCA
EN AMÉRICA DEL NORTE: RESUMEN DE INICIATIVAS Y PROTOCOLOS

La presente publicación fue elaborada por Karen Oberhauser, Rebecca Batalden y Elizabeth Howard por encargo del Secretariado de la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA) 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: febrero de 2009

Idioma original: inglés

Procedimientos de revisión y aseguramiento de calidad:

- Revisión de las Partes: septiembre 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, 2009

ISBN 978-2-923358-58-1 (versión electrónica)

Depósito legal – *Bibliothèque et Archives nationales du Québec*, 2009

Depósito legal – *Bibliothèque et Archives Canada*, 2009

Impreso en Canadá

**MONITOREO
DE LA MARIPOSA MONARCA
EN AMÉRICA DEL NORTE:
RESUMEN DE INICIATIVAS
Y PROTOCOLOS**

Febrero de 2009

Comisión para la Cooperación Ambiental





MARIPOSA MONARCA

Danaus plexippus

CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN	4
Antecedentes y propósitos de esta guía	4
Ciencia ciudadana	5
2 CICLO ANUAL DE LA MARIPOSA MONARCA	7
Biología de la reproducción	7
Migración de otoño	10
Invernación	11
Migración de primavera	12
3 RESUMEN DE LOS PROGRAMAS DE MONITOREO	13
4 EVALUACIÓN DE HÁBITATS	16
Asclepias	16
Fuentes de néctar de flores	24
5 MONITOREO DE LA POBLACIÓN EN ETAPA REPRODUCTIVA	25
Proyecto de Monitoreo de Larvas de Monarca	25
6 CENSOS DE POBLACIÓN	28
Conteos de mariposas de la NABA	28
Redes de monitoreo de mariposas	30
Censos en sitios de migración de otoño y de descanso	32
Proyecto Monarch Alert	35
Monitoreo en la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca	37
7 MIGRACIÓN	38
Monarch Watch	38
Texas Monarch Watch	40
Journey North	41
Correo Real	44
Vectores de vuelo	45
8 EVALUACIONES DE LA MONARCA EN LO INDIVIDUAL	47
Proyecto MonarchHealth	47
Estadísticas demográficas de la mariposa monarca	48
9 AGRADECIMIENTOS	50
10 GLOSARIO	51
11 BIBLIOGRAFÍA	53

Las mariposas monarca son objeto de monitoreo en numerosos lugares, para lo cual se utilizan métodos muy variados.

1 INTRODUCCIÓN

Antecedentes y propósitos de esta guía¹

Uno de los objetivos principales del Plan de América del Norte para la Conservación de la Mariposa Monarca (PANCM) (2008) de la Comisión para la Cooperación Ambiental consiste en “monitorear el comportamiento de la mariposa monarca y la calidad de su hábitat a fin de establecer criterios”. Para ello, durante la elaboración del PANCM, un grupo multidisciplinario de expertos de los tres países recomendó elaborar y difundir un programa de monitoreo de la monarca como herramienta complementaria.

Las mariposas monarca son objeto de monitoreo en numerosos lugares, para lo cual se utilizan métodos muy variados. Algunos programas de monitoreo se orientan a evaluar la densidad local de mariposas en todo el hábitat de reproducción, el número de individuos que pasan por los sitios de escalas migratorias, así como las zonas de distribución de invierno; otros, a evaluar los patrones temporal y espacial de la migración de otoño y primavera. La dispersión de la mariposa en un área tan extensa durante la mayor parte de su ciclo migratorio anual dificulta el estudio de su dinámica de población; además, integrar los datos generados por tantos programas diferentes supone un reto científico que apenas se está atendiendo. Con todo, sin estos programas no comprenderíamos aspectos tan básicos como la manera y el momento en que las mariposas hacen uso del hábitat disponible; los cambios de la población en un lapso determinado y entre uno y otro año; los efectos de las perturbaciones ambientales, y la manera en que las poblaciones de mariposa responden a los esfuerzos de conservación.

El presente documento constituye un recurso trilateral al que puede recurrir cualquier ciudadano en Canadá, Estados Unidos y México interesado en los aspectos biológicos o de conservación de la mariposa monarca, incluidos administradores de tierras, personal que labora en parques nacionales y personas que participan en proyectos de ciencia ciudadana. El objetivo es simplificar la elaboración de programas de monitoreo de la mariposa monarca a lo largo de su ciclo anual de reproducción, migración e hibernación en América del Norte. Es importante destacar que muchos de los proyectos en curso centran su atención en las monarca de Canadá y Estados Unidos, por lo que una introducción en español que los describa permitirá a organizaciones y ciudadanos en México seleccionar protocolos de monitoreo adecuados al lugar y necesidades específicas, así como ponerse en contacto con las personas encargadas de cada programa o proyecto y tener acceso a la información y los hallazgos respectivos. Amén de aportar información que nos permita comprender mejor la biología de la monarca, las organizaciones y ciudadanos podrán evaluar la calidad del hábitat en relación con las necesidades biológicas de la mariposa durante las etapas de reproducción y migración de su ciclo anual. Los programas de monitoreo local sirven también para comunicar estrategias de manejo que promuevan la supervivencia de la monarca a largo plazo.

Las descripciones de los programas que se abordan en este documento no pretenden servir a manera de instrucciones para participar; se trata más bien de una introducción general a las distintas iniciativas, con referencias suficientes para que organizaciones y ciudadanos puedan decidir si alguno de los programas en particular resulta conveniente para el sitio en cuestión. Las especificaciones e indicaciones detalladas de los programas de participación ciudadana pueden consultarse en los sitios de Internet provistos; asimismo, para algunos casos están disponibles en español en

¹ Elaborada por Karen Oberhauser, Rebecca Batalden y Elizabeth Howard.

el anexo del presente documento, publicado por separado con el título: *Protocolos de actividades de programas de monitoreo seleccionados*, y disponible también en <<http://www.cec.org/monarch>>.

La presente guía busca más que nada brindar un mejor acceso a los datos e información obtenidos mediante los programas de monitoreo de la monarca en América del Norte, a cargo de gobiernos, instituciones académicas y organizaciones no gubernamentales o de proyectos de ciencia ciudadana. Resultan imperativos, no obstante, el acopio escrupuloso y un intercambio abierto de los datos científicos. Deben llevarse registros claros y detallados de los métodos empleados, las fechas y ubicación de las observaciones, y en aras de la documentación, cuando sea posible, deberán tomarse fotografías. Si se recogen datos para los que no existe un depósito de información centralizado, como es el caso de algunos de los programas aquí descritos, podría resultar más difícil publicar los hallazgos. Si no se está asociado con científicos familiarizados con el proceso de presentar la investigación para publicación científica, habrá que ponerse en contacto con un científico u organización que pueda ayudar a este respecto, a objeto de permitir que los interesados en los factores biológicos y de conservación de la monarca aprendan del trabajo realizado.

Ciencia ciudadana

Varios de los programas descritos en el presente documento son proyectos de ciencia ciudadana, en los que participan personas que no son profesionales en el campo de la investigación científica. En teoría, estos programas arrojan información que amplía el conocimiento científico y pueden aplicarse a problemas del mundo real. A diferencia de la mayoría de los proyectos de investigación científica, la ciencia ciudadana combina investigación, educación, desarrollo comunitario y resultados de conservación (Oberhauser y Prysby, 2008).

Es probable que los primeros proyectos de ciencia ciudadana en el campo de la biología hayan sido de recolección de datos sobre la distribución y abundancia de aves (Droege, 2007), aunque hay una larga historia de interés profano en las mariposas. Por ejemplo: las notas e informes de campo de numerosos coleccionistas de la época victoriana representan importantes aportaciones a nuestro conocimiento acerca de la distribución, comportamiento y abundancia de la mariposa; de hecho, es probable que el primer proyecto de ciencia ciudadana elaborado para responder a una pregunta específica de investigación —en contraste con los programas de inventario y monitoreo— haya incluido a la mariposa monarca. En el programa de marcación de mariposas, comenzado por el doctor Fred Urquhart y que se extendió a lo largo de gran parte del siglo XX, participaron cientos de voluntarios que buscaban el destino invernal de la población migratoria de mariposa monarca del este de América del Norte, meta que finalmente alcanzaron a principios de 1975 (Urquhart, 1976). Los programas de ciencia ciudadana en torno a la monarca ofrecen información importante sobre el estado que guardan sus poblaciones e incluyen a miles de ciudadanos que realizan observaciones directas de los factores biológicos de la mariposa; asimismo, aumentan el deseo por fomentar su conservación.

Los programas de monitoreo ciudadanos conllevan distintos valores para los administradores de tierras: informan sobre el estado de la población de mariposa monarca a una escala muy local y contribuyen al conocimiento a escala subcontinental; representan un medio ideal para invitar a los visitantes a participar en actividades de conservación en parques, bosques y refugios administrados por dependencias federales, estatales y locales, así como cualquier otro terreno de acceso público, y por último ofrecen información que puede ser de utilidad para avaluos, evaluación y manejo de tierras.

Varios de los programas descritos en el presente documento son proyectos de ciencia ciudadana, en los que participan personas que no son profesionales en el campo de la investigación científica.

Por razones prácticas y de índole científica, las mariposas monarca son candidato ideal para los programas de monitoreo como parte de proyectos de ciencia ciudadana. Desde un punto de vista práctico, gozan de un estatus casi icónico ante la ciudadanía, y un número importante de ciudadanos están dispuestos a invertir tiempo para ayudar a obtener un mejor conocimiento de los factores biológicos de la especie y sus necesidades de conservación. La monarca es fácil de reconocer y utiliza hábitats a los que gran cantidad de ciudadanos tienen acceso. Desde un punto de vista científico, para comprender la dinámica de la población de la mariposa monarca se precisa un monitoreo a largo plazo y a gran escala. Las monarca emplean diversos tipos de hábitat a lo largo de su ciclo anual de migración y su población fluctúa drásticamente en el transcurso de un año, así como también entre uno y otro año. Diversas generaciones en etapa reproductiva coinciden en zonas donde crecen plantas de algodoncillo o asclepias, a lo largo y ancho de Estados Unidos y al sur de Canadá, para luego migrar por un extenso rango latitudinal e invernar en las montañas de la región central de México y la costa de California. En el transcurso de este ciclo anual, la distribución y la abundancia de mariposas monarca se ven afectadas tanto por factores ambientales presentes como por condiciones previas en los hábitats; así, por ejemplo, la cantidad en junio en la parte norte del centro de Estados Unidos puede verse afectada por tormentas que se hayan presentado en el centro de México en el mes de enero previo, o por condiciones de sequía en Texas durante abril y mayo. Otros factores que también afectan la cantidad de ejemplares de monarca en un lugar son la abundancia de plantas hospederas, la competencia de otros herbívoros consumidores de asclepias y la presencia de depredadores. Además, las poblaciones de monarca son vulnerables al cambio de uso del suelo, al uso de plaguicidas y al cambio climático inducido antropogénicamente (Zalucki, 1982; Malcolm *et al.*, 1987; Zalucki y Rochester, 1999, 2004; York y Oberhauser, 2002; Oberhauser y Peterson, 2003; Batalden *et al.*, 2007). Sin la contribución de todas las personas que participan en los programas de ciencia ciudadana que vigilan los hábitats de la monarca en América del Norte sería difícil o imposible comprender todos estos factores.

2 CICLO ANUAL DE LA MARIPOSA MONARCA

América del Norte alberga a dos poblaciones de monarca bastante bien definidas, que a menudo se distinguen como población migratoria oriental y occidental. La población oriental se encuentra al este de las montañas Rocosas y migra al centro de México, mientras que la occidental inverna en la costa de California. Investigaciones recientes sugieren que durante las migraciones de primavera y otoño puede ocurrir un intercambio entre ambas poblaciones (Pyle, 2000; Brower y Pyle, 2004). Es probable que algunas mariposas en dispersión de la población occidental sigan las montañas desde California y pasen por Nevada y Arizona hasta llegar a los sitios de invernación de la población oriental en México.

En la costa del golfo y en el sur de Florida habita una población no migratoria que probablemente no sea autosustentable. Se trata de monarca originalmente migratorias —en particular las que van en camino del este de Estados Unidos hacia México— que podrían haber llegado al sur de Florida en verano y suspendido su viaje migratorio, convirtiéndose en residentes permanentes.

Biología de la reproducción

Las monarca se reproducen en gran parte de Estados Unidos y México. La zona de reproducción de la población migratoria oriental se extiende del sur de Estados Unidos al sur de Canadá y de la costa del Atlántico a las montañas Rocosas. La población occidental, por su parte, se extiende de las montañas Rocosas a la costa del Pacífico y de la frontera canadiense al sur de Estados Unidos.

Cada verano se producen entre tres y cuatro generaciones en Estados Unidos y el sur de Canadá, y sólo la última migra a los sitios de invernación en México o California. El número de generaciones y el tiempo de desarrollo entre una generación y otra dependen de la latitud y las condiciones climatológicas. A temperaturas bajas, la mariposa requiere más de 60 días para desarrollarse, en comparación con los menos de 30 días que tarda en condiciones veraniegas (Cockrell *et al.*, 1993).

La reproducción de la mariposa monarca depende absolutamente de la presencia de las plantas hospederas de larvas, principalmente el algodoncillo, del género *Asclepias*² (Lynch y Martin, 1993). Hasta hace poco, este género estaba incluido en la familia *Asclepiadaceae*, pero ahora se considera una subfamilia de la familia de las adelfas, es decir, las apocináceas (*Apocynaceae*). En América del Norte existen más de 100 especies de asclepias (Woodson, 1954), y las monarca las utilizan casi todas, aunque en realidad sólo un pequeño número de especies hospedan a la mayor parte de las mariposas.

Huevos. Las hembras ponen sus huevos únicamente en asclepias, para tener la certeza de que después de eclosionar las **larvas** tendrán acceso directo a alimento. Normalmente, una monarca hembra pone un huevo por planta de asclepia, por lo general adherido al envés de la hoja, lo que con probabilidad le brinda mayor protección frente a los depredadores o una lluvia intensa. Los huevos de monarca son de color amarillo-crema, de forma cónica con punta y bordes



Huevo de monarca en planta de algodoncillo (*Asclepias syriaca*).

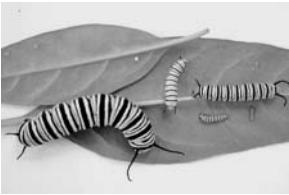
2 La definición de éste y otros términos en negritas puede consultarse en el glosario al final de esta guía.



Larva de monarca recién nacida, comiéndose el corión (huevo). Esta pequeña oruga aún no ha comido su primer bocado de algodoncillo y, por lo tanto, todavía no presenta las franjas de color que la caracterizarán.



Patrón característico con que las larvas de monarca comen las hojas de asclepias.



Huevo y larvas de monarca en sus cinco fases.

longitudinales. Los ritmos de desarrollo en cada etapa varían en función de la temperatura: cuanto más frías son las temperaturas, más lento el desarrollo. Con todo, lo común es que los huevos eclosionen cuatro días después del desove.

Lo más probable es que cada hembra ponga de 300 a 400 huevos durante su ciclo de vida, aunque los recursos destinados a la producción de huevos son limitados. Un componente importante de los huevos son las proteínas, y éstas deben obtenerse de los nutrientes ingeridos a lo largo de la etapa larvaria o de los **espermatozoides** de los machos durante el apareamiento (Boggs y Gilbert, 1979; Oberhauser, 1997). Un huevo de monarca pesa alrededor de 0.460 miligramos (mg), aproximadamente una centésima del peso de un individuo adulto; por lo tanto, las hembras que ponen hasta 400 huevos ¡habrán puesto más que su propio peso en huevos a lo largo de su ciclo de vida!

Larvas. Las mariposas monarca alcanzan prácticamente su crecimiento pleno durante la etapa larvaria. Comienzan su vida comiéndose el **corión** (la envoltura exterior del huevo), lo que les brinda su primer alimento de provecho. La larva de monarca recién eclosionada es de color gris verdoso, y no adquiere sus características franjas blancas, amarillas y negras hasta que consume asclepia.

A fin de evitar quedar atrapadas en el látex de asclepia —pegajosa savia blanca a la que la planta debe su nombre común en inglés: *milkweed*—, las larvas de monarca empiezan a morder las hojas evitando las venas por donde fluye el látex. En caso de exponerse al látex, las larvas corren el riesgo de que sus **mandíbulas** se peguen una con otra y, por tanto, de morir de inanición (Zalucki *et al.*, 2001). El peculiar patrón de mordida en forma de media luna permite a las larvas en su primera fase obtener un alimento seguro. Las orugas más grandes, con más apetito, cortan el flujo del látex de toda la hoja cuando hacen muescas al peciolo.

La etapa larvaria dura de nueve a 14 días. Durante su crecimiento las larvas aumentan considerablemente de tamaño y pasan por procesos de muda o cambio de piel. A las etapas entre una muda y otra se les conoce como **fases larvarias**. La mariposa monarca atraviesa cinco fases larvarias que pueden distinguirse por el tamaño de su cabeza y la presencia y longitud de **filamentos** en el **tórax** y el **abdomen**. Aunque la masa corporal de la larva aumenta aproximadamente dos mil veces desde la eclosión del huevo hasta que se convierte en **crisálida**, el tamaño no es un indicador preciso de la fase larvaria.

En algunas zonas del sur de Estados Unidos, la distribución de la mariposa monarca se traslapa con la de una especie emparentada, la mariposa reina (*Danaus gilippus*). Aunque resulta imposible distinguir los huevos de ambas especies, las larvas de la mariposa reina poseen un tercer conjunto de filamentos en la parte media del abdomen.

Las posibilidades de que los huevos y las larvas de monarca alcancen la adultez plena son muy reducidas, al registrarse durante estas etapas una tasa de mortalidad de más de 90 por ciento (Borkin, 1982; Zalucki y Kitching, 1982; Oberhauser *et al.*, 2001; Prysby, 2004). Las fuentes **abióticas** (no vivientes) responsables de la mortalidad de huevos y larvas incluyen factores ambientales —como la presencia de plaguicidas— y condiciones climatológicas desfavorables. Los huevos no eclosionan en condiciones sumamente secas y las temperaturas superiores a 36 °C pueden resultar letales (Zalucki, 1982; Malcolm *et al.*, 1987; York y Oberhauser, 2002; Bataalden, observaciones personales). El impacto que tales temperaturas tienen en la monarca se ve magnificado por su efecto en las plantas, ya que las condiciones extremas que afectan la salud y la supervivencia de las asclepias afectan también, indirectamente, a las mariposas.

Los factores **bióticos** (vivientes) que afectan la supervivencia de la monarca incluyen enemigos naturales e interacciones con las asclepias hospederas. Una gran cantidad de mariposas monarca muere a causa de depredadores invertebrados que las consumen, o de **parasitoides**, cuyas larvas crecen dentro de la monarca y terminan comiéndose a su hospedera (Prysby, 2004; Oberhauser *et al.*, 2007). Las enfermedades causadas por bacterias, virus, hongos y otros organismos constituyen otra causa importante de mortalidad de la monarca (Altizer, 2001).

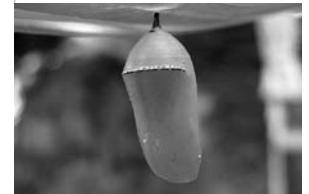
Pupas. Justo antes de convertirse en crisálidas —también llamadas ninfas o pupas—, las larvas de monarca tejen una esterilla de seda para dejarse caer de las hojas y quedar suspendidas en el aire. Después de un día aproximadamente, mudan por última vez de piel y forman la **pupa**. La etapa pupal, en la que terminan de transformarse en adultos, dura entre nueve y 15 días.

La mayor parte de los cambios fisiológicos y **morfológicos** por los que la monarca se convierte en adulto no ocurren en la etapa pupal. Las alas y otros órganos propios de la adultez se desarrollan a partir de diminutas aglomeraciones celulares presentes desde la etapa larvaria y, para cuando la larva se convierte en crisálida, la monarca ha iniciado ya los principales cambios de su transformación a la adultez. Conforme se va formando la crisálida, las antenas, la **probóscide**, las alas y las patas se mueven hacia la superficie, justo en la parte interna del **exoesqueleto**. Dentro de la crisálida se lleva a cabo una reorganización profunda de los músculos de vuelo en el tórax y, en los machos, los espermatozoides maduran durante la etapa pupal. La maduración de los huevos ocurre sólo después de la **eclosión de la mariposa**.

Desde el exterior, pocos de estos cambios no son visibles sino hasta el último día. En este momento se pigmentan las escamas y pueden apreciarse los patrones negro, naranja y blanco de las alas. Hasta entonces, la crisálida es



*Larva de mariposa reina.
Obsérvese el tercer par de
filamentos en la parte media
del abdomen.*



*Pupa o crisálida de
mariposa monarca.*



1



3



2



4

*Mariposas adultas:
hembra y macho*

- 1 *Hembra posada en flor de rudbeckia.*
- 2 *Abdomen de hembra con hendidura abdominal a la vista.*
- 3 *Macho sobre zinnias.*
- 4 *Abdomen de macho en el que se observan los apéndices con los que sujeta a la hembra en la cópula.*

color verde turquesa vivo con manchas doradas. Gracias a este color, que constituye un eficaz camuflaje en un mundo verde, y puesto que la monarca parece buscar sitios guarecidos para experimentar esta transformación, resulta difícil encontrar crisálidas en estado silvestre.

Adultos. El objetivo principal en la etapa adulta es reproducirse: aparearse y poner los huevos que se convertirán en la siguiente generación. Durante la temporada reproductiva, las monarca adultas viven de dos a cinco semanas. Se aparean por primera vez cuando tienen entre tres y ocho días de edad (Oberhauser y Hampton, 1995), y las hembras comienzan a poner huevos inmediatamente después del primer apareamiento. Al aparearse, el macho y la hembra pueden permanecer acoplados desde la tarde hasta las primeras horas de la mañana siguiente, en ocasiones hasta 16 horas. El macho aprovecha este tiempo para transferir el espermatozoido a la hembra. Ambos sexos pueden aparearse varias veces.

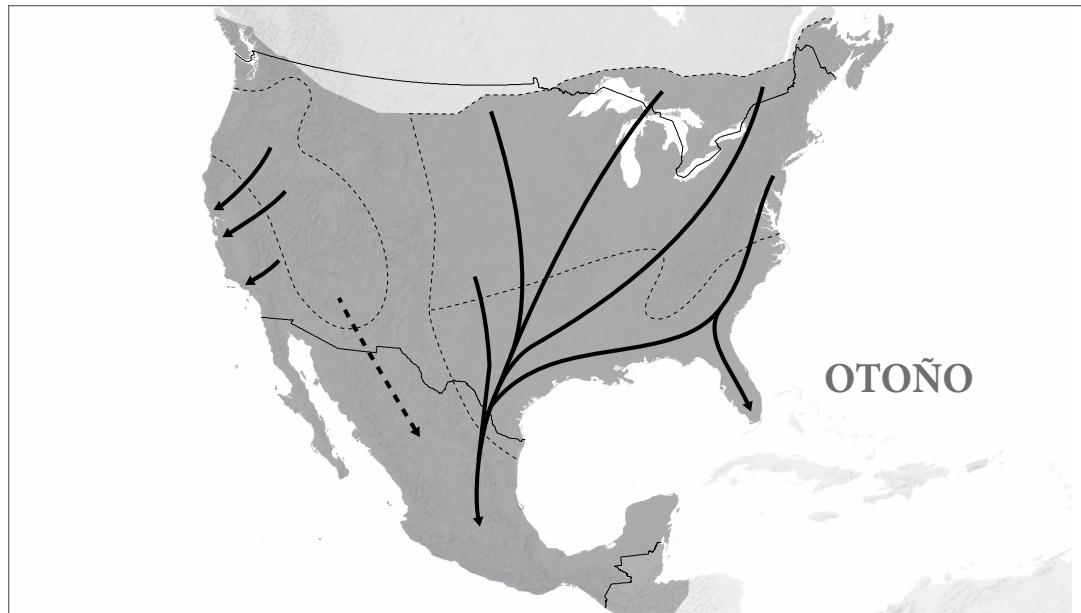
Puesto que existe un retraso entre el inicio de la adultez y el momento del desove y debido también a que las monarca adultas se reproducen durante un periodo relativamente largo, maximizar el éxito reproductivo exige la capacidad de sobrevivir a los depredadores, a condiciones climatológicas extremas y otras fuentes de mortalidad. La coloración **aposemática** o de advertencia de los adultos sirve para disuadir a los depredadores. El color naranja brillante de las alas avisa a los depredadores que la monarca es desagradable al paladar o incluso venenosa si se ingiere. Las monarca segregan una toxina **cardenólida** que obtienen durante la etapa larvaria de la asclepia hospedera. Esta toxina las hace **incomibles** tanto en forma de larvas como de adultos.

La monarca macho se distingue por una mancha negra en la veta de cada ala trasera, ausente en la hembra. Estas manchas están formadas de escamas especializadas que producen una sustancia química empleada durante el cortejo en numerosas especies de mariposas y polillas, aunque dicha sustancia parece ser irrelevante durante el cortejo de la monarca. La terminación del abdomen también es diferente en ambos, pues las hembras presentan una tonalidad más oscura y las vetas de sus alas son más anchas.

Migración de otoño

La mariposa monarca es esencialmente una especie tropical incapaz de sobrevivir condiciones gélidas. La increíble migración de la población oriental probablemente haya evolucionado con la expansión de las asclepias hacia el norte, tras el derretimiento de los últimos glaciares (Brower, 1995). La monarca siguió a su planta hospedera, beneficiándose del nuevo hábitat disponible, aunque todavía necesitara viajar hacia el sur durante el invierno. Cada año la mariposa viaja a los mismos sitios montañosos en el centro de México en busca de la protección de los árboles de **oyamel** para invernar.

Aunque la monarca que se desarrolla en verano se encuentra en etapa reproductiva poco después de la eclosión, las mariposas que surgen a finales de verano o a principios de otoño retrasan su reproducción. Este periodo de suspensión en la etapa reproductiva recibe el nombre de **diapausa**, y permite a las monarca reservar para el vuelo la energía que de otra manera se habría canalizado a la producción de huevos y espermatozoidos. Además, la energía ahorrada permite a esta generación migratoria sobrevivir el invierno, hasta nueve meses. Entre los factores que inducen la diapausa de la monarca se cuentan la menor duración del día, la fluctuación de las temperaturas y la senescencia de las asclepias (Goehring y Oberhauser, 2002).



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

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

La monarca es la única mariposa que realiza un viaje de migración de ida y vuelta tan largo. La migración de otoño inicia a finales de agosto o principios de septiembre al norte de Estados Unidos y el sur de Canadá. Con un recorrido de entre 80 y 160 kilómetros al día, en el trayecto se unen otras monarca para llegar al sur de Estados Unidos a finales de septiembre o en octubre. Durante su migración, las monarca ingieren néctar para aumentar su reserva de **lípidos** para el invierno (Brower, 1985; Gibo y McCurdy, 1993; Borland *et al.*, 2004). En las noches, cientos o miles de mariposas migratorias pernoctan perchadas o en "racimos" que penden de los árboles, muchos de los cuales se usan año tras año de manera sistemática, tal vez por el cobijo que ofrecen a la monarca para resguardarse del viento.

La población al occidente de las montañas Rocosas también migra, aunque la distancia de su recorrido es mucho más corta. Estas monarca invernan en la costa de California, y luego para el verano la población se extiende hacia los estados vecinos del noroeste del Pacífico.

Invernación

En América del Norte existen dos colonias de invernación: una en el centro de México y la otra en la costa de California (Brower, 1995). La monarca también habita el sur de Florida y otras partes de la costa del golfo durante el invierno. La población de Florida se reproduce todo el año y probablemente reciba arribos anuales de mariposas migratorias de la población oriental (Knight *et al.*, 1999; Altizer, 2001).

Independientemente de si inverna en las montañas mexicanas o la costa de California, la mariposa monarca migra a sitios determinados y requiere características ambientales específicas para sobrevivir durante el invierno. Si las condiciones son demasiado calientes, agotará sus reservas de lípidos y no sobrevivirá hasta la primavera.



Sitio de invernación en México.

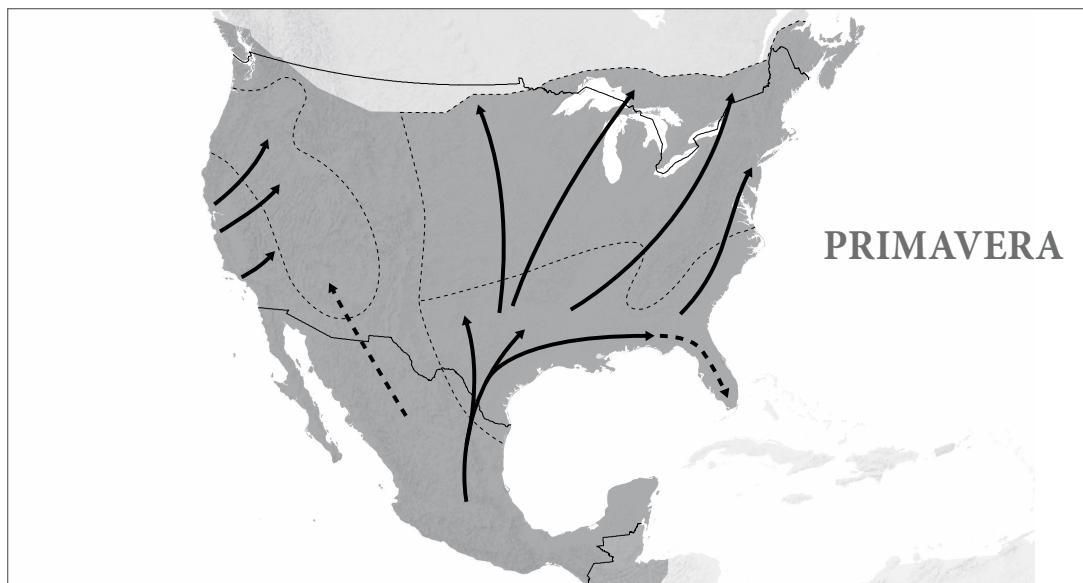
El clima cálido también estimula su comportamiento reproductivo y provoca que la mariposa abandone las zonas de invernación mientras sus hábitats de reproducción siguen registrando temperaturas demasiado bajas. Si el clima es demasiado frío o húmedo, la mariposa monarca puede congelarse hasta morir (Anderson y Brower, 1996).

Los bosques de oyamel en la región montañosa central de México brindan el clima necesario para la población migratoria oriental. La elevada altitud —de cerca de tres mil metros— evita que la temperatura suba demasiado. El bosque también sirve para resguardar a la mariposa del viento y de que se enfríe demasiado. La tala, no obstante, representa una amenaza inmediata a estos sitios de invernación y es posible que en los próximos 50 años el cambio climático provoque que estos sitios resulten inadecuados (Brower *et al.*, 2002; Oberhauser y Peterson, 2003). En California, las mariposas monarca pernoctan en zonas boscosas en donde predominan árboles de eucalipto, pino de Monterey y ciprés de Monterey. Aquí también las monarca buscan sitios con microclimas específicos y generalmente se les encuentra en bahías resguardadas o zonas interiores. Se tiene registro de más de 300 colonias de invernación diferentes (Frey y Schaffner, 2004; Leong *et al.*, 2004).

Migración de primavera

A principios de marzo, con temperaturas cálidas en los sitios de invernación, las monarca se vuelven más activas y algunas interrumpen la diapausa para empezar a aparearse. Pronto, las colonias desaparecerán conforme las mariposas emprendan el viaje de vuelta a sus hábitats de reproducción. La migración de primavera es acentuadamente distinta a la de otoño, ya que las mariposas continúan apareándose y poniendo huevos durante su recorrido. Las monarca de la población oriental desovan al sur de Estados Unidos. Las crías se convertirán en la primera generación de verano y concluirán el viaje migratorio dispersándose en toda la región oriental de América del Norte conforme van teniendo disponibilidad de asclepias. La monarca alcanza la parte septentrional de su hábitat a principios o mediados de junio.

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



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

3 RESUMEN DE LOS PROGRAMAS DE MONITOREO

Todas las etapas del ciclo anual de la mariposa monarca son susceptibles de monitoreo, tarea que puede adecuarse a las necesidades particulares de ciudadanos y organizaciones en América del Norte. El cuadro 1 compendia los programas de monitoreo de la monarca descritos en esta guía. Sugerimos dar una lectura rápida a la descripción que se hace de cada cual antes de seleccionar uno o más programas para el sitio de interés.

Las primeras cuatro columnas que siguen al nombre de los programas en el cuadro 1 se refieren a las cuatro etapas del ciclo anual de la monarca: *reproducción, migración al sur, invernación y migración al norte*. Una marca en una de estas columnas significa que el programa puede llevarse a cabo durante esa etapa del ciclo anual. Los mapas de la migración de otoño y primavera (véanse las páginas 11 y 12, respectivamente) muestran las zonas de migración y reproducción de la monarca en todo su rango de distribución. En ellos es posible observar la presencia de monarca en gran parte de América del Norte. Los programas con *depósitos de información centralizados* tienden a cubrir estados o provincias completos, o toda la zona de reproducción o migración de la monarca; se administran de manera centralizada, cuentan con protocolos establecidos y a menudo ponen su información a disposición de los participantes y la comunidad científica. Por su parte, los programas que se manejan desde un *sitio único* generalmente se conciben para atender un fenómeno biológico que se presenta en un mismo lugar, como puede ser una **zona de reposo** en el trayecto migratorio. Los programas (vectores de vuelo, evaluación de hábitats y estadísticas vitales) sin marcar en las columnas que indican depósito centralizado o de sitio único se ocupan de necesidades de información para las cuales aún no se han preparado bases de datos centralizadas. Si alguna persona estuviera interesada en poner en marcha alguno de los programas que carecen de una base de datos centralizada, sugerimos emplear los protocolos que aquí se describen y después usar sus propios datos para informar acerca del desarrollo de su sitio. El intercambio de información con la ciudadanía y con científicos expertos en mariposas monarca reviste gran importancia. Siéntase en libertad de comunicarse con las autoras de esta guía para informarse sobre cómo ponerse en contacto con científicos competentes.

Algunos programas de monitoreo no se vinculan a una estación o etapa en particular del ciclo anual de reproducción, migración e invernación de la mariposa. Por ejemplo, los voluntarios del proyecto MonarchHealth toman muestras del abdomen de mariposas monarca silvestres para detectar una espora parásita, lo cual puede llevarse a cabo en cualquier etapa del ciclo anual de vida. De igual forma, en cualquier momento pueden realizarse evaluaciones de calidad de los hábitats o levantarse censos de población de la monarca. En otros casos, hay programas que centran su atención exclusivamente en una etapa específica, como sucede con el Proyecto de Monitoreo de Larvas de Monarca (*Monarch Larva Monitoring Project*; etapa reproductiva) o con Journey North (migración en primavera), pero que podrían instrumentarse en diferentes etapas debido a la simultaneidad con que llegan a presentarse distintas etapas del ciclo anual y a la variación en cuanto a los patrones temporales en todo el rango de distribución de la mariposa monarca en América del Norte.

En algunos casos, las actividades de monitoreo consisten en capturar mariposas monarca para evaluar su condición o en colocar etiquetas en sus alas, como ocurre con los programas MonarchHealth y Monarch Watch. Las leyes de protección de vida silvestre en México registran a la monarca como especie protegida, lo que impide a los voluntarios atraparla. Las personas en México interesadas en cualquiera de estos proyectos deberán ponerse en contacto con un grupo científico multidisciplinario encabezado por la Profepa. Estos grupos están integrados por

Todas las etapas del ciclo anual de la mariposa monarca son susceptibles de monitoreo, tarea que puede adecuarse a las necesidades particulares de ciudadanos y organizaciones en América del Norte.

Cuadro 1. Programas para el monitoreo de la mariposa monarca en los que pueden participar ciudadanos y organizaciones interesados

	PROGRAMA O CATEGORÍA DE PROGRAMA	ETAPA EN EL CICLO ANUAL DE VIDA				¿EXISTE UN DEPÓSITO DE INFORMACIÓN CENTRALIZADO?*	¿SITIO ÚNICO?*	DIRECCIÓN EN INTERNET
		REPRODUCCIÓN EN VERANO	MIGRACIÓN DE OTOÑO HACIA EL SUR	INVERNACIÓN	MIGRACIÓN DE PRIMAVERA HACIA EL NORTE			
EVALUACIÓN DE HÁBITATS	Asclepias (p. 16)	x	x	x	x			Ninguna
	Fuentes de néctar de flores (p. 24)	x	x	x	x			Ninguna
MONITOREO DE LA POBLACIÓN EN ETAPA REPRODUCTIVA	Proyecto de Monitoreo de Larvas de Monarca (<i>Monarch Larva Monitoring Project</i> , MLMP) (p. 25)	x	x		x	x		http://www.mlmp.org
CENSOS DE POBLACIÓN	Conteo de mariposas de la Asociación de Mariposas de América del Norte (<i>North American Butterfly Association</i> , NABA) (p. 28)	x	x		x	x		http://www.naba.org
	Redes de monitoreo de mariposas (múltiples programas) (p. 30)	x	x		x	x	x	Diversas
	Migración otoñal y zonas de escala (múltiples programas) (p. 32)		x				x	Diversas
	Proyecto Monarch Alert (p. 35)			x		x		http://www.calpoly.edu/~bio/Monarchs/index.html
MIGRACIÓN	Monarch Watch (p. 38)		x			x		http://www.monarchwatch.org
	Texas Monarch Watch (p. 40)		x		x	x		http://www.tpwd.state.tx.us/learning/texas_nature_trackers/monarch/
	Journey North (p. 41)		x	x	x	x		http://www.learner.org/jnorth
	Correo Real (p. 44)		x					Ninguna
	Vectores de Vuelo (p. 45)		x		x			Ninguna
EVALUACIONES DE INDIVIDUOS	Proyecto Monarch Health (p. 47)	x	x	x	x	x		http://www.monarchparasites.org
	Estadísticas vitales de la mariposa monarca (p. 48)	x	x	x	x			http://www.monarchlab.org

* Se han marcado como programas que cuentan con un depósito centralizado aquellos en que una organización mantiene una base de datos para varios sitios en una extensa zona geográfica.

** Se han marcado como "sitios únicos" los casos en que varios programas de la misma categoría son específicos a un lugar.

representantes de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas-Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca (Conanp-RBMM), grupos académicos de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y el Instituto Politécnico Nacional (IPN), así como por organizaciones no gubernamentales, como el Fondo Mundial para la Conservación de la Naturaleza (WWF).

Los siguientes apartados proporcionan información sobre los antecedentes y objetivos de los programas de monitoreo, sus protocolos y la forma en que sus resultados se emplean. Se incluyen resúmenes muy detallados de los protocolos de cada proyecto a fin de ayudar a los lectores a determinar si los proyectos se adecuan a sus circunstancias, pero las personas interesadas en aportar información para un proyecto específico deben visitar el sitio web correspondiente o ponerse en contacto con los organizadores.

Para las personas que no tienen acceso a Internet, se ha preparado un anexo (también disponible en línea, en <http://www.cec.org/monarch>) que incluye los protocolos y las especificaciones completas de algunos de los programas. De hecho, este anexo constituye una valiosa fuente si la lengua materna no es el inglés, ya que la mayoría de los sitios web de los proyectos están en este idioma.

Se sabe muy poco acerca de qué tanto aprovecha la monarca las especies de asclepias y sobre su comportamiento cuando en la fase larvaria consume diferentes especies.

4 EVALUACIÓN DE HÁBITATS

En la actualidad no existe ningún programa independiente orientado a monitorear el hábitat de la mariposa monarca, se trate de la comunidad de plantas de asclepias, de fuentes de néctar o de sitios de invernación. La información sobre los hábitats de la monarca, en especial cuando se observa la presencia y ausencia de la mariposa, permite un conocimiento más completo de los requerimientos biológicos de la especie, las amenazas a sus poblaciones y las causas de los cambios en su población. En este sentido, hemos centrado nuestra atención en métodos para monitorear la presencia y abundancia de plantas hospederas de larvas y fuentes de néctar para las mariposas adultas.

Asclepias

Los datos referentes al aprovechamiento que la monarca hace de las distintas especies de asclepias (algodoncillo o venenillo), la fenología, distribución y condición de las especies de asclepias aportan información valiosa en beneficio de los proyectos de conservación y evaluación del hábitat de la monarca. Con todo, se sabe muy poco acerca de qué tanto la monarca aprovecha las especies de asclepias y sobre su comportamiento cuando —en la fase larvaria— consume diferentes especies. Tampoco se conocen bien los efectos del tipo de hábitat, el clima o los patrones de uso de suelo en la abundancia de las distintas especies de asclepias.

Al respecto se describen algunos protocolos de monitoreo para evaluar la densidad, condición y composición de especies de plantas de asclepias.

Densidad

El protocolo que nos ocupa se refiere a las actividades del Proyecto de Monitoreo de Larvas de Monarca (*Monarch Larva Monitoring Project*, MLMP) (pueden consultarse en línea las instrucciones pormenorizadas y los formularios para la elaboración de informes; véanse referencias en la p. 23).

Dado que es posible que las asclepias no hayan brotado plenamente al inicio de la temporada, la densidad se mide a mediados de la temporada de reproducción de la mariposa monarca en una zona determinada, una vez que brotó toda la asclepia y antes de que inicie la **senescencia**. En la mayoría de los sitios más septentrionales, por arriba de los 35° de latitud norte, se alcanza una medición más precisa en junio, en tanto que en las regiones más meridionales, que rebasan los 35° de latitud sur, es en mayo cuando se mide la densidad.

Existen dos métodos para obtener la densidad de asclepias. Si resulta posible hacer un conteo sencillo del total de asclepias en el sitio, entonces se registran tanto el número real de plantas en el sitio como su superficie (en metros cuadrados) y después se divide el número de asclepias entre el área para obtener el número de plantas por metro cuadrado. Generalmente, el resultado será muy reducido (menos de 1). Si el sitio en cuestión presenta demasiadas asclepias como para contarlas, entonces será necesario calcular la densidad de las plantas mediante un proceso de muestreo aleatorio. Hay numerosas formas de calcular la densidad de plantas. El MLMP aplica un método modificado de **transecto** en franja que consiste en contar las plantas de asclepias en distintas áreas de un metro cuadrado, a lo largo de transectos seleccionados al azar. El objetivo de todo proceso de muestreo es obtener datos

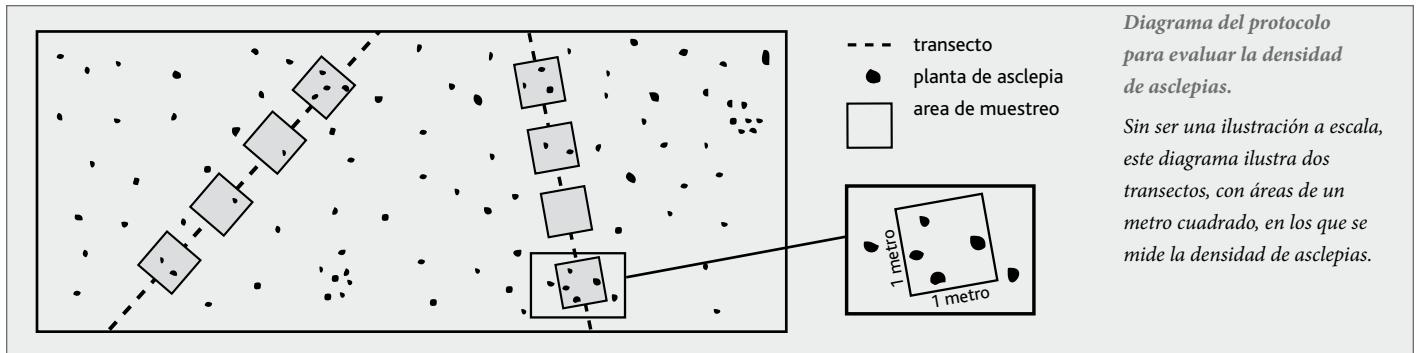


Diagrama del protocolo para evaluar la densidad de asclepias.

Sin ser una ilustración a escala, este diagrama ilustra dos transectos, con áreas de un metro cuadrado, en los que se mide la densidad de asclepias.

representativos de todo el sitio. Cabe destacar que la selección de muestras no debe verse influida por la presencia o ausencia de asclepias; si las zonas de muestreo se seleccionan por la presencia de asclepias, entonces se sobrestimará la densidad.

Si el sitio en cuestión presenta más de una especie de asclepia, puede registrarse la densidad total de asclepias o bien la densidad de cada una de las especies por separado. Si se registra la densidad total, habrá que advertir qué especies están presentes en el sitio. Este método resulta mucho más eficaz cuando las especies de asclepias no crecen en mata; por ello, es difícil evaluar la densidad de especies como *Asclepias incarnata* y *A. tuberosa*.

Calidad y condiciones

Los datos referentes a la calidad de las asclepias sirven para determinar si las hembras de monarca eligen al azar las asclepias en un mismo sitio para poner sus huevos o si las plantas presentan ciertas características que las hacen preferibles para la **oviposición**. Esta información ayuda a que los biólogos expertos en mariposas monarca conozcan qué características convierten una planta individual o una especie completa de asclepia en una "buena" hospedera para las monarca; sirve también para evaluar los cambios de las plantas en un sitio a lo largo de una estación o la manera en que éstas varían de un sitio a otro en distintos lugares.

El sitio del MLMP en Internet ofrece orientación para registrar las distintas características de la asclepia, como las especies presentes en un área, la altura de las plantas, las condiciones de floración, la proporción de hojas que amarillean o envejecen y la de hojas comidas por herbívoros o afectadas por enfermedades o por la contaminación atmosférica, así como el número y tipo de invertebrados presentes en las plantas.

Es importante seleccionar plantas al azar para asegurar un muestreo objetivo. En el protocolo del MLMP, los voluntarios eligen al azar una dirección para atravesar el sitio de monitoreo y van midiendo las plantas que encuentran cada cinco o diez pasos (o una distancia determinada previamente).

El programa Monarch Watch se encuentra en proceso de preparar un protocolo y un depósito de datos para monitorear diversas etapas del crecimiento —o **fenofases**— de la planta de asclepia, incluida la fecha del primer brote, los primeros botones, la primera flor abierta o flósculos en la cabezuela, la última flor en la cabezuela, la primera vaina de semillas y la primera vaina abierta. Esta información contribuirá a determinar los efectos de las

Planta de asclepia amarilleando y a punto de morir.



Distribución en Canadá y Estados Unidos del género *Asclepias*.

Fuente: Mapa obtenido de la base de datos sobre botánica del Departamento de Agricultura de Estados Unidos.



condiciones de la estación próxima, al igual que las repercusiones a largo plazo del cambio climático en las plantas de las que depende la supervivencia de la monarca. Para obtener más información sobre este proyecto, visite el sitio del programa Monarch Watch en Internet (<http://monarchwatch.org>; véanse también las pp. 38-39).

Composición de las especies

La base de datos sobre botánica del Departamento de Agricultura de Estados Unidos refiere que las especies de *Asclepias* (algodoncillo o venenillo) crecen en todos los estados de ese país, excepto en Alaska, y en todas las provincias del sur de Canadá. En cuanto a México, aunque se sabe poco acerca de la distribución de *asclepias*, sí se sabe que la mariposa monarca se reproduce durante todo el año en los estados de Morelos, Guerrero, México, Oaxaca, Veracruz, San Luis Potosí, Chiapas, Michoacán e Hidalgo. Montesinos (2003) informa el hallazgo de huevos y larvas de monarca en *A. curassavica* en todos estos lugares, al igual que en *A. glaucescens* en Michoacán.



Cuatro especies de algodoncillo que se encuentran en América del Norte:
a) *A. oenotheroides*;
b) *A. syriaca*;
c) *A. tuberosa*;
d) *A. viridis*.

Monitorear la presencia y abundancia de diferentes especies de asclepias en lugares específicos sería de suma utilidad, al igual que monitorear el aprovechamiento que la larva de monarca hace de estas especies. Si bien no existen programas específicos dedicados a esta labor, los protocolos del proyecto MLMP para realizar descripciones de sitio incluyen preguntas sobre la presencia de distintas especies de asclepias en una zona, y contribuyen a un depósito centralizado de datos.

El cuadro 2 enumera muchas de las especies de asclepias que se encuentran en América del Norte, así como los estados y provincias en que se distribuyen. Puede utilizarse esta lista para determinar qué especies buscar en la zona de interés. La base de datos sobre botánica del Departamento de Agricultura de Estados Unidos ofrece mapas y fotografías más detallados del rango de distribución de cada especie. En México, por ahora, no se cuenta con una base de datos de esa índole, pero muchas especies que se encuentran al sur de Estados Unidos se distribuyen también en México.

Cuadro 2. Algunas especies de algodoncillo, con su zona de distribución en provincias de Canadá o entidades de Estados Unidos³

<i>Asclepias amplexicaulis</i> (asclepia; <i>clasp ing milkweed</i>)	Alabama, Arkansas, Carolina del Norte, Carolina del Sur, Connecticut, Delaware, Distrito de Columbia, Florida, Georgia, Illinois, Indiana, Iowa, Kansas, Kentucky, Luisiana, Massachusetts, Michigan, Minnesota, Mississippi, Missouri, Nebraska, Nueva Hampshire, Nueva Jersey, Nueva York, Ohio, Oklahoma, Pensilvania, Rhode Island, Tennessee, Texas, Vermont, Virginia, Virginia Occidental, Wisconsin.
<i>Asclepias angustifolia</i> (asclepia de Arizona; <i>Arizona milkweed</i>)	Arizona
<i>Asclepias asperula</i> (asclepia; <i>spider milkweed</i>)	Arizona, California, Colorado, Idaho, Kansas, Nuevo México, Nevada, Oklahoma, Texas, Utah.
<i>Asclepias californica</i> (asclepia de California; <i>California milkweed</i>)	California
<i>Asclepias curassavica</i> (asclepia, venenillo, malcasada, flor de sangre, hierba María, quiebramuela; <i>bloodflower</i>)	California, Florida, Hawai, Islas Vírgenes, Luisiana, Puerto Rico, Texas.
<i>Asclepias eriocarpa</i> (asclepia; <i>woollypod milkweed</i>)	California
<i>Asclepias erosa</i> (asclepia; <i>desert milkweed</i>)	Arizona, California, Nevada, Utah.
<i>Asclepias exaltata</i> (asclepia; <i>poke milkweed</i>)	Canadá: Ontario, Quebec. Estados Unidos: Alabama, Carolina del Norte, Carolina del Sur, Connecticut, Delaware, Georgia, Illinois, Indiana, Kentucky, Maine, Massachusetts, Michigan, Minnesota, Nueva Hampshire, Nueva Jersey, Nueva York, Ohio, Pensilvania, Rhode Island, Tennessee, Vermont, Virginia, Virginia Occidental, Wisconsin.
<i>Asclepias fascicularis</i> (asclepia; <i>Mexican whorled milkweed</i>)	California, Indiana, Nevada, Oregon, Utah, Washington.
<i>Asclepias feayi</i> (asclepia; <i>Florida milkweed</i>)	Florida
<i>Asclepias fruticosa</i> (asclepia; <i>African milkweed</i>)	California
<i>Asclepias glaucescens</i> (asclepia, lechistrema, oreja de conejo, hojita de liebre; <i>nodding milkweed</i>)	Arizona, Nuevo México, Texas.
<i>Asclepias hirtella</i> (asclepia; <i>green milkweed</i>)	Canadá: Ontario. Estados Unidos: Arizona, Georgia, Illinois, Indiana, Iowa, Kansas, Kentucky, Luisiana, Michigan, Minnesota, Missouri, Mississippi, Ohio, Oklahoma, Tennessee, Wisconsin.

³ Se presenta el nombre científico, seguido entre paréntesis de los nombres comunes en español —cuando los hay— y en inglés. La zona de distribución en México no se incluye, pues no se dispone de datos al respecto.

<i>Asclepias humistrata</i> (asclepia; <i>pinewoods milkweed</i>)	Alabama, Carolina del Norte, Carolina del Sur, Florida, Georgia, Luisiana, Mississippi
<i>Asclepias incarnata</i> (asclepia; <i>swamp milkweed</i>)	Canadá: Isla del Príncipe Eduardo, Manitoba, Nueva Brunswick, Nueva Escocia, Ontario, Quebec. Estados Unidos: Alabama, Arizona, Carolina del Norte, Carolina del Sur, Colorado, Connecticut, Dakota del Norte, Dakota del Sur, Delaware, Distrito de Columbia, Florida, Georgia, Idaho, Illinois, Indiana, Iowa, Kansas, Kentucky, Luisiana, Maine, Massachusetts, Michigan, Minnesota, Missouri, Nebraska, Nevada, Nueva Hampshire, Nueva Jersey, Nuevo México, Nueva York, Ohio, Oklahoma, Pensilvania, Rhode Island, Tennessee, Texas, Utah, Vermont, Virginia, Virginia Occidental, Wisconsin, Wyoming.
<i>Asclepias involucrata</i> (asclepia; <i>dwarf milkweed</i>)	Arizona, Colorado, Kansas, Nuevo México, Oklahoma, Texas, Utah.
<i>Asclepias labriformis</i> (asclepia; <i>Utah milkweed</i>)	Utah
<i>Asclepias lanceolata</i> (asclepia; <i>fewflower milkweed</i>)	Alabama, Carolina del Norte, Carolina del Sur, Delaware, Florida, Georgia, Luisiana, Mississippi, Nueva Jersey, Texas, Virginia.
<i>Asclepias lanuginosa</i> (asclepia, hierba de leche, hierba del chicle; <i>sidecluster milkweed</i>)	Canadá: Manitoba. Estados Unidos: Dakota del Norte, Dakota del Sur, Illinois, Iowa, Kansas, Minnesota, Nebraska, Wisconsin.
<i>Asclepias latifolia</i> (asclepia, hierba del burro; <i>broadleaf milkweed</i>)	Arizona, California, Colorado, Kansas, Nebraska, Nuevo México, Oklahoma, Texas, Utah.
<i>Asclepias lemmonii</i> (asclepia; <i>Lemmon's milkweed</i>)	Arizona
<i>Asclepias linaria</i> (asclepia, patito, romerillo, hierba lechosa; <i>pineneedle milkweed</i>)	Arizona, California.
<i>Asclepias linearis</i> (asclepia, hierba lechona; <i>slim milkweed</i>)	Texas
<i>Asclepias longifolia</i> (asclepia; <i>longleaf milkweed</i>)	Alabama, Arkansas, Carolina del Norte, Carolina del Sur, Delaware, Florida, Georgia, Luisiana, Mississippi, Virginia, Virginia Occidental.
<i>Asclepias macrotis</i> (asclepia; <i>longhood milkweed</i>)	Arizona, Colorado, Nuevo México, Oklahoma, Texas.
<i>Asclepias meadii</i> (asclepia; <i>Mead's milkweed</i>)	Illinois, Indiana, Iowa, Kansas, Missouri, Wisconsin.
<i>Asclepias nivea</i> (asclepia; <i>Caribbean milkweed</i>)	Islas Vírgenes, Puerto Rico.
<i>Asclepias oenotheroides</i> (asclepia, hierba lechosa, loob, hierba de mula; <i>zizotes milkweed</i>)	Colorado, Luisiana, Nuevo México, Oklahoma, Texas.
<i>Asclepias ovalifolia</i> (asclepia; <i>oval-leaf milkweed</i>)	Canadá: Alberta, Columbia Británica, Manitoba, Ontario, Saskatchewan. Estados Unidos: Dakota del Norte, Dakota del Sur, Illinois, Iowa, Michigan, Minnesota, Wisconsin, Wyoming.
<i>Asclepias pedicellata</i> (asclepia; <i>savannah milkweed</i>)	Carolina del Norte, Carolina del Sur, Florida, Georgia.

<i>Asclepias perennis</i> (asclepia; aquatic milkweed)	Alabama, Arkansas, Carolina del Sur, Florida, Georgia, Illinois, Indiana, Kentucky, Luisiana, Mississippi, Missouri, Tennessee, Texas.
<i>Asclepias physocarpa</i> (asclepia blanca; balloonplant)	Hawai
<i>Asclepias prostrata</i> (asclepia; prostrate milkweed)	Texas
<i>Asclepias pumila</i> (asclepia; plains milkweed)	Colorado, Dakota del Norte, Dakota del Sur, Kansas, Montana, Nebraska, Nuevo México, Oklahoma, Texas, Wyoming.
<i>Asclepias purpurascens</i> (asclepia; purple milkweed)	Canadá: Ontario. Estados Unidos: Arkansas, Carolina del Norte, Connecticut, Delaware, Distrito de Columbia, Illinois, Indiana, Iowa, Kansas, Kentucky, Luisiana, Maine, Massachusetts, Michigan, Minnesota, Mississippi, Missouri, Nueva Hampshire, Nueva Jersey, Nueva York, Ohio, Oklahoma, Pensilvania, Rhode Island, Tennessee, Texas, Virginia, Virginia Occidental, Wisconsin.
<i>Asclepias quadrifolia</i> (asclepia; fourleaf milkweed)	Canadá: Ontario. Estados Unidos: Alabama, Arkansas, Carolina del Norte, Carolina del Sur, Connecticut, Delaware, Georgia, Illinois, Indiana, Kansas, Kentucky, Massachusetts, Missouri, Nueva Hampshire, Nueva Jersey, Nueva York, Ohio, Oklahoma, Pensilvania, Rhode Island, Tennessee, Vermont, Virginia, Virginia Occidental.
<i>Asclepias quinqueidentata</i> (asclepia, contrayerba de la sierra; slimpod milkweed)	Arizona, Nuevo México.
<i>Asclepias rubra</i> (asclepia; red milkweed)	Carolina del Norte, Carolina del Sur, Delaware, Distrito de Columbia, Florida, Georgia, Luisiana, Mississippi, Nueva Jersey, Nueva York, Pensilvania, Texas, Virginia.
<i>Asclepias speciosa</i> (asclepia; showy milkweed)	Canadá: Alberta, Columbia Británica, Manitoba, Saskatchewan. Estados Unidos: Arizona, California, Colorado, Dakota del Norte, Dakota del Sur, Idaho, Illinois, Iowa, Kansas, Michigan, Minnesota, Montana, Nebraska, Nevada, Nuevo México, Oklahoma, Oregon, Texas, Utah, Washington, Wisconsin, Wyoming.
<i>Asclepias stenophylla</i> (asclepia; slimleaf milkweed)	Arizona, Colorado, Dakota del Sur, Illinois, Kansas, Luisiana, Minnesota, Missouri, Montana, Nebraska, Oklahoma, Texas, Wyoming.
<i>Asclepias subulata</i> (asclepia, inmortal, jumete, talayote, candelilla bronca; rush milkweed)	Arizona, California, Nevada.
<i>Asclepias subverticillata</i> (asclepia, hierba lechosa; horsetail milkweed)	Arizona, Colorado, Idaho, Kansas, Nevada, Nuevo México, Oklahoma, Texas, Utah, Wyoming.
<i>Asclepias sullivantii</i> (asclepia; prairie milkweed)	Canadá: Ontario. Estados Unidos: Arkansas, Dakota del Norte, Dakota del Sur, Illinois, Indiana, Iowa, Kansas, Michigan, Minnesota, Missouri, Nebraska, Ohio, Oklahoma.
<i>Asclepias syriaca</i> (asclepia, algodóncillo; common milkweed)	Canadá: Isla del Príncipe Eduardo, Manitoba, Nueva Brunswick, Nueva Escocia, Ontario, Quebec, Saskatchewan. Estados Unidos: Arkansas, Carolina del Norte, Connecticut, Dakota del Norte, Dakota del Sur, Delaware, Distrito de Columbia, Illinois, Indiana, Iowa, Kansas, Kentucky, Luisiana, Maine, Massachusetts, Michigan, Minnesota, Missouri, Montana, Nebraska, Nueva Jersey, Nueva York, Ohio, Oklahoma, Oregon, Pensilvania, Tennessee, Vermont, Virginia, Virginia Occidental, Wisconsin.

<i>Asclepias texana</i> (asclepia; <i>Texas milkweed</i>)	Texas
<i>Asclepias tomentosa</i> (asclepia; <i>tuba milkweed</i>)	Carolina del Norte, Carolina del Sur, Florida, Texas.
<i>Asclepias tuberosa</i> <i>butterfly milkweed</i>	Canada: Ontario, Quebec. Estados Unidos: Alabama, Arkansas, Arizona, Carolina del Norte, Colorado, Connecticut, Dakota del Sur, Distrito de Columbia, Delaware, Florida, Georgia, Iowa, Illinois, Indiana, Kansas, Kentucky, Louisiana, Massachusetts, Maine, Michigan, Minnesota, Missouri, Mississippi, Nebraska, Nueva Hampshire, Nueva Jersey, Nueva York, Nuevo México, Ohio, Oklahoma, Pennsylvania, Rhode Island, Tennessee, Texas, Utah, Vermont, Virginia, Virginia Occidental, Wisconsin.
<i>Asclepias uncialis</i> (asclepia; <i>wheel milkweed</i>)	Arizona, Colorado, Nevada, Nuevo México, Utah.
<i>Asclepias variegata</i> (asclepia; <i>redring milkweed</i>)	Canadá: Manitoba, Ontario, Saskatchewan. Estados Unidos: Alabama, Arkansas, Carolina del Norte, Carolina del Sur, Connecticut, Dakota del Norte, Dakota del Sur, Delaware, Distrito de Columbia, Florida, Georgia, Illinois, Indiana, Iowa, Kansas, Kentucky, Luisiana, Massachusetts, Michigan, Minnesota, Mississippi, Missouri, Montana, Nebraska, Nueva Jersey, Nueva York, Nuevo México, Ohio, Oklahoma, Pensilvania, Rhode Island, Tennessee, Texas, Virginia, Virginia Occidental, Wisconsin, Wyoming.
<i>Asclepias verticillata</i> (asclepia; <i>whorled milkweed</i>)	Canadá: Saskatchewan, Manitoba, Ontario. Estados Unidos: Alabama, Arkansas, Carolina del Norte, Carolina del Sur, Connecticut, Dakota del Norte, Dakota del Sur, Delaware, Distrito de Columbia, Florida, Georgia, Iowa, Illinois, Indiana, Kansas, Kentucky, Louisiana, Massachusetts, Michigan, Minnesota, Missouri, Mississippi, Montana, Nebraska, Nueva Jersey, Nueva York, Nuevo México, Ohio, Oklahoma, Pennsylvania, Rhode Island, Tennessee, Texas, Virginia, Virginia Occidental, Wisconsin, Wyoming.
<i>Asclepias vestita</i> (asclepia; <i>woolly milkweed</i>)	California
<i>Asclepias viridiflora</i> (asclepia, hierba lechosa; <i>green comet milkweed</i>)	Canadá: Alberta, Columbia Británica, Manitoba, Ontario, Saskatchewan. Estados Unidos: Alabama, Arizona, Arkansas, Carolina del Norte, Carolina del Sur, Colorado, Connecticut, Dakota del Norte, Dakota del Sur, Delaware, Distrito de Columbia, Florida, Georgia, Illinois, Indiana, Iowa, Kansas, Kentucky, Luisiana, Michigan, Minnesota, Mississippi, Missouri, Montana, Nebraska, Nueva Jersey, Nueva York, Nuevo México, Ohio, Oklahoma, Pensilvania, Tennessee, Texas, Virginia, Virginia Occidental, Wisconsin, Wyoming.
<i>Asclepias viridis</i> (asclepia; <i>green antelopehorn</i>)	Alabama, Arkansas, Florida, Georgia, Illinois, Kansas, Kentucky, Luisiana, Mississippi, Missouri, Nebraska, Ohio, Oklahoma, Tennessee, Texas.
<i>Asclepias viridula</i> (asclepia; <i>southern milkweed</i>)	Florida

Sitios en Internet

Proyecto de Monitoreo de Larvas de Monarca (Monarch Larva Monitoring Project, MLMP): <<http://www.mlmp.org>>. Monarch Watch: <<http://monarchwatch.org/blog/2008/02/29/milkweed-and-nectar-plant-phenology-project/>> (enlace a información fenológica de la planta de asclepia). Mapas e imágenes sobre la distribución de asclepias del Departamento de Agricultura de Estados Unidos: <<http://plants.usda.gov/java/profile?symbol=ASCLE>>.

Fuentes de néctar de flores

Son muy escasos los estudios enfocados en los recursos de néctar para las mariposas monarca. Se desconoce, por ejemplo, si la cantidad disponible de fuentes de néctar limita la población de mariposas monarca o si a éstas les resulta fácil encontrar suficientes fuentes alimenticias para sobrevivir durante las etapas de reproducción, migración e hibernación; tampoco se sabe cuáles son las principales plantas de néctar para la monarca, ni si la distribución de asclepias coincide con la de plantas de néctar. Los voluntarios del Proyecto de Monitoreo de Larvas de Monarca suelen registrar las plantas en floración durante sus sesiones semanales de monitoreo, ya que esta información servirá para dar respuesta a las interrogantes planteadas; no existe, sin embargo, un depósito centralizado para recoger información respecto al uso de las diferentes fuentes de néctar por parte de la mariposa monarca.

Monarch Watch inició recientemente un programa para registrar las fechas de la primera floración de un número reducido de plantas de las que se sabe que la monarca obtiene néctar. La lista de plantas que Monarch Watch elabora podría constituir el inicio de un programa de monitoreo de fuentes de néctar (para información sobre estas especies, consúltese la base de datos sobre botánica del Departamento de Agricultura de Estados Unidos; asimismo, véase el enlace que se indica más adelante):

Fuentes de néctar en primavera (abril y mayo)

Syringa vulgaris: lila

Taraxacum officinale: diente de león

Prunus americana: ciruelo

Verano (junio y julio)

Cephalanthus occidentalis: alamillo mielero

Echinacea purpurea: equinácea purpúrea

Vernonia fasciculata: vernonia

Otoño (agosto a octubre)

Helianthus annuus: girasol común

Oligoneuron rigidum (*Solidago rigida*): vara de oro

Liatris aspera: liatris

Verbesina virginica: verbesina

Symphotrichum ericoides (*Aster ericoides*): áster montecasino, áster de brezo

Además de rastrear la presencia y el estado de floración de las especies enlistadas, resulta de gran utilidad documentar cualquier tipo de flor que beneficie a la monarca.

Sitios en Internet

Proyecto de Monitoreo de Larvas de Monarca (*Monarch Larva Monitoring Project*, MLMP): <<http://www.mlmp.org>>.

Monarch Watch: <<http://monarchwatch.org/blog/2008/02/29/milkweed-and-nectar-plant-phenology-project/>> (enlace a la información fenológica de la planta de asclepia).

Base de datos sobre botánica del Departamento de Agricultura de Estados Unidos: <<http://plants.usda.gov/index.html>>.

Monarca en libación.



5 MONITOREO DE LA POBLACIÓN EN ETAPA REPRODUCTIVA

Proyecto de Monitoreo de Larvas de Monarca

Antecedentes y objetivos

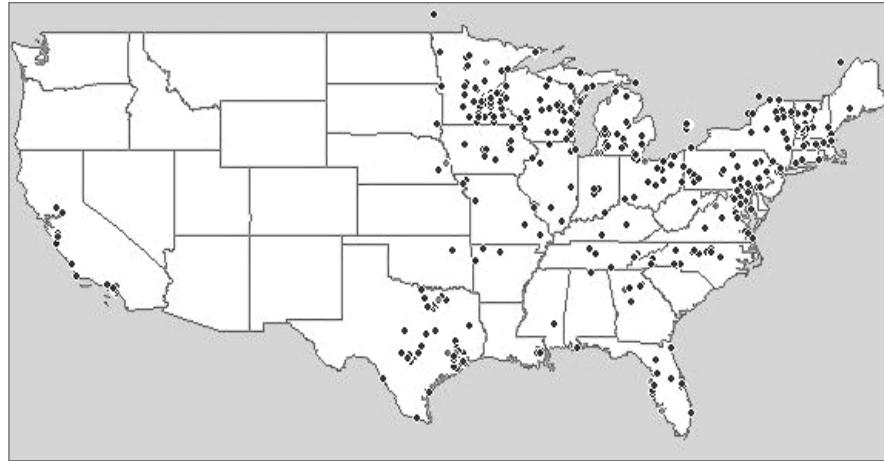
El objetivo prioritario del Proyecto de Monitoreo de Larvas de Monarca (*Monarch Larva Monitoring Project*, MLMP) es ampliar el conocimiento sobre cómo y por qué la población de la monarca varía en el tiempo y el espacio. Preguntas específicas abordan las fluctuaciones en la densidad de la población de la especie a lo largo de la temporada de reproducción en distintas partes de América del Norte, las etapas en que se registra la más alta mortalidad, la calidad de las plantas (factor que afecta la selección de la hospedera por parte de la hembra), el patrón temporal de desplazamiento de las monarca en etapa reproductiva en toda la zona de reproducción y la variación en la **reproducción** en función de las características del hábitat.

Los monitores voluntarios del MLMP realizan observaciones semanales de mariposas y asclepias en que miden la densidad de huevos y larvas de monarca por planta, así como la calidad de las asclepias. El proyecto inició en 1997 en la Universidad de Minnesota y cuenta con el apoyo de la Fundación Nacional para la Ciencia (*National Science Foundation*: <http://www.nsf.gov>), el programa Monarchs in the Classroom (www.monarchlab.org) y la Xerxes Society (<http://www.xerxes.org>). Los voluntarios han monitoreado más de 800 sitios en 34 entidades de Estados Unidos y dos provincias de Canadá. Los sitios de monitoreo varían desde zonas no urbanizadas, como reservas naturales y praderas rehabilitadas, hasta zonas urbanizadas, por ejemplo, bordes de carretera y jardines interiores.

Los voluntarios del MLMP registran la información recogida en una base de datos en línea. Tan pronto como se introducen los datos relevantes, los voluntarios del proyecto y cualquier persona que visite el sitio tienen acceso a información acerca de la densidad de población de la monarca por sitio y por estado. En un boletín anual y otras actualizaciones del sitio web pueden consultarse resúmenes de patrones y hallazgos.

El MLMP ha documentado diversos patrones temporales y espaciales de la dinámica de la población de la monarca, como el de la intensa puesta de huevos en Texas y otros estados sureños de Estados Unidos durante la migración de otoño, periodo en que la mayoría de las monarca no se encuentran en etapa reproductiva. Todos los sitios monitoreados por el MLMP en el sur de Estados Unidos muestran ausencia o una presencia muy escasa de mariposas a mitad del verano, pero cada año se observa una generación tardía de finales de verano o principios de otoño (Prysby y Oberhauser, 2004; MLMP, 2007). Calvert (1999) documentó este patrón, aunque se desconocía cuántos huevecillos ponían las mariposas en el otoño. Si bien el patrón es evidente en zonas en donde se encuentra asclepia de forma natural o donde se ha plantado, las densidades de huevecillos son más elevadas en las zonas sembradas con la variedad no nativa (*Asclepias curassavica*) (Batalden, 2006). Es posible que las monarca se vuelvan reproductivas al estar expuestas a plantas de algodoncillo sanas y que la siembra de hospederas no nativas en jardines con riego afecte la biología reproductiva de la monarca.

El objetivo prioritario del Proyecto de Monitoreo de Larvas de Monarca es ampliar el conocimiento sobre cómo y por qué varía la población de la monarca en el tiempo y el espacio.



Los datos obtenidos por el MLMP se usaron recientemente para generar modelos de nichos ecológicos a fin de estudiar las respuestas previstas de la mariposa monarca ante el cambio climático inducido antropogénicamente (Batalden *et al.*, 2007). Los datos recogidos aportan fechas y lugares de presencia de monarca. Esta información, combinada con modelos de cambio climático, sugiere cambios radicales del hábitat de la monarca hacia el norte dentro de 50 años, lo que implica que la mariposa deberá recorrer distancias más largas y a mayor velocidad en su trayectoria migratoria. Se desconoce aún si la monarca tendrá la capacidad de responder a estos desplazamientos.

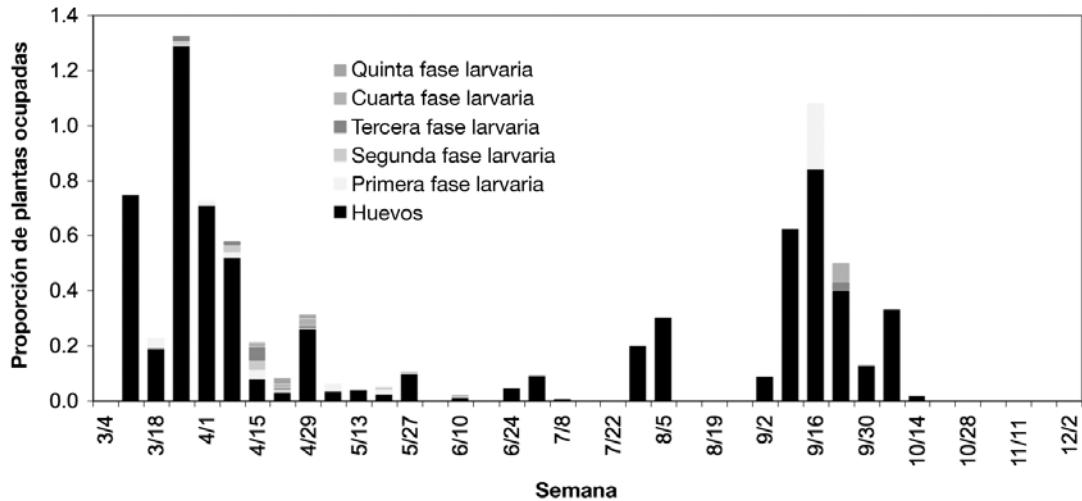
Los datos del MLMP también se han empleado para documentar patrones regionales, anuales y específicos por sitio de índices de parasitismo causado por la mosca *Tachinidae* (*Lespesia archippivora*) (Oberhauser *et al.*, 2007). Las tasas de mortalidad ocasionada por este parasitismo varían enormemente de un sitio a otro, y en algunas zonas de algodoncillo aisladas se observa hasta 90 por ciento de las monarca infestadas. Existen además patrones anuales por regiones, y en algunos años se registran índices particularmente elevados de parasitismo.

Los ejercicios comparativos sobre la densidad de monarca muestran una enorme variación de uno a otro año (MLMP, 2007), y los análisis en curso de estas densidades y la congruencia que deben guardar con los resultados de otros proyectos permitirán tener un mejor conocimiento de los factores que afectan a la población de la mariposa monarca.

Protocolo

Los voluntarios localizan sus propios sitios a monitorear. A condición de que haya en ellos algodoncillo —en teoría, cuando menos 30 ejemplares de asclepias— y puedan monitorearse con regularidad —de preferencia cada semana—, los sitios pueden ubicarse casi en cualquier lugar: tanto en zonas no urbanizadas, como reservas naturales y praderas rehabilitadas, cuanto en zonas urbanizadas, como bordes de carretera y jardines interiores. Valiéndose de un formulario (que junto con otros materiales para las actividades de monitoreo puede obtenerse del MLMP por Internet), los voluntarios llevan a cabo una descripción del sitio y cada año actualizan la información correspondiente. Las actualizaciones anuales incluyen un cálculo de la densidad de asclepias.

El protocolo de monitoreo del MLMP se divide en cuatro actividades diferentes que, en algunos casos, pueden llegar a variar en función de la edad de los monitores voluntarios.



Densidad de monarca en Texas, en 2007.

Los huevos y las larvas de primavera son las crías de la generación de invernación, que luego continuarán el viaje de migración al norte.

Pocas monarca permanecen en Texas durante el verano. La reaparición de huevos y larvas en otoño es indicio de que algunas mariposas provenientes del norte se reproducen en el sur (MLMP, 2007).

Cálculo de la densidad de mariposas monarca. Esta actividad constituye la base del proyecto MLMP. Cada semana, durante el tiempo en que crece algodoncillo en la zona a monitorear, los voluntarios examinan tantas matas de algodoncillo como les sea posible y llevan un registro del número de plantas examinadas y de huevecillos y larvas de monarca que observan. Este procedimiento genera un cálculo semanal de la densidad de mariposas en cada sitio de monitoreo, medida como proporción de plantas de algodoncillo con presencia de monarca.

Condiciones climáticas. Numerosos voluntarios optan por registrar la temperatura y precipitación en su sitio. Hay formularios disponibles para registrar la información sobre el clima.

Tasas de parasitismo. Los enemigos naturales ejercen un fuerte impacto en las poblaciones de mariposas monarca, y los voluntarios del MLMP recogen información sobre un grupo de enemigos naturales denominados parasitoides, que son organismos que depositan sus huevos dentro de las larvas de monarca y terminan matando a sus hospederas. Esta información ayuda a determinar cómo varía este factor de mortandad en las poblaciones de densidades diferentes y en momentos y lugares distintos. Los voluntarios recogen larvas en su cuarta o quinta fase en el sitio que monitorean, las crían en cautiverio, registran si llegan a la edad adulta y de no ser así la razón de su muerte.

Comparativos de plantas ocupadas y no ocupadas por la monarca. Los datos recogidos como parte de esta actividad ayudan a los biólogos expertos a determinar qué características son importantes para las monarca hembra al seleccionar la planta en que poner sus huevos, entender qué convierte a una planta individual, o toda una especie de asclepia, en una buena hospedera. Los voluntarios observan numerosas características de las plantas que hospedan ejemplares de monarca y un conjunto de plantas al azar en su sitio; al comparar ambos grupos de plantas, los coordinadores del proyecto pueden determinar si las hembras buscan características específicas al elegir una planta.

Sitio en Internet

Proyecto de Monitoreo de Larvas de Monarca (*Monarch Larva Monitoring Project*, MLMP): <<http://www.mlmp.org>>.

Los voluntarios de Canadá, Estados Unidos y México en los conteos de mariposas de la NABA levantan un censo de todas las especies de mariposas avistadas en un diámetro de 24 kilómetros en un día específico.

6 CENSOS DE POBLACIÓN

Conteos de mariposas de la NABA

Antecedentes y objetivos

Los voluntarios de Canadá, Estados Unidos y México en los conteos de mariposas de la Asociación de Mariposas de América del Norte (*North American Butterfly Association*, NABA) levantan un censo de todas las especies de mariposas avistadas en un diámetro de 24 kilómetros en un día específico. Estos conteos iniciaron con el Censo de Mariposas del Cuatro de Julio (*4th of July Butterfly Count*) y ahora se llevan a cabo en diferentes días a principios de julio y en las semanas alrededor de esa fecha. Dado que se depende del momento más oportuno para la observación de mariposas en cada área geográfica, los conteos al sur de la región de América del Norte se extienden de mayo a agosto.

Son tres los fines y resultados principales de los conteos de mariposas de la NABA. Primero, los resultados de estos conteos arrojan información sobre la distribución geográfica y el tamaño de la población de las especies avistadas; los resultados identifican cambios en las poblaciones de mariposas y pueden utilizarse para determinar los efectos del clima y el cambio de hábitat en diferentes especies. En segundo lugar, el programa promueve la socialización entre aficionados a las mariposas y exhorta a otros a interesarse en el tema. Por último, los conteos generan publicidad para las mariposas y sus necesidades de conservación (NABA, 2007).

El primer Censo de Mariposas del Cuatro de Julio se llevó a cabo en 1975, a instancias de la Xerces Society (Swengel, 1990). Esta sociedad modeló los métodos conforme a los antiguos conteos de aves en Navidad, auspiciados por la National Audubon Society. Los voluntarios en el primer censo de mariposas monitorearon únicamente 29 sitios distintos, pero en 2006 se registraron 483 conteos en 48 entidades de Estados Unidos, tres provincias canadienses y dos estados mexicanos (NABA, 2007). La NABA incorporó el censo de mariposas en sus programas en 1993.

El Censo de Mariposas del Cuatro de Julio no se concibió originalmente para recoger datos científicos, sino como una herramienta para animar a aficionados a la monarca. Por esta razón existen barreras al análisis científico de rigor de sus datos, al igual que sucede con el Censo de Aves en Navidad (Swengel, 1995). Año con año las incongruencias en términos de rutas, métodos o número de observadores podrían generar informes exagerados en incrementos o decrementos en la abundancia de mariposas. Con todo, sería imposible recoger esta información de otra forma a escala subcontinental, además de que numerosos análisis han demostrado la utilidad de los datos obtenidos mediante los conteos de mariposas de la NABA. Gracias a que son fácilmente identificables, comunes y con capacidad de sobrevivir en múltiples hábitats, las mariposas monarca resultan idóneas para el análisis de datos obtenidos a través de este tipo de conteos. Es muy probable que estos datos sean precisos y que el tamaño de las muestras sea considerable.

Un análisis de datos a partir de los conteos de monarca entre 1979 y 1988 para sitios en donde se llevaron a cabo conteos entre el 27 de junio y el 24 de julio revela una fluctuación importante en el número de mariposas por

equipo/hora (Swengel, 1990). Si bien estos datos sirven para demostrar fluctuaciones y tendencias con mayor eficacia que los factores específicos mismos responsables de estas tendencias, ciertas fluctuaciones pueden atribuirse a acontecimientos concretos; por ejemplo, se atribuye a una sequía severa la abrupta reducción en la población de la monarca entre 1987 y 1988. La población de la monarca fluctúa de manera significativa cuando se registran alteraciones climatológicas importantes, incluidos los ciclos de oscilación sureña de El Niño y erupciones volcánicas. En los años en que varían las poblaciones de monarca sin causas evidentes relacionadas con el clima, puede atribuirse esta variación a otros factores, como enfermedades, parásitos y depredadores.

Protocolo

La información sobre los lugares de conteo y de contacto para los compiladores puede consultarse a través de los mapas en línea de la NABA. Los voluntarios pueden participar en conteos existentes o iniciar sus propios conteos.

Los conteos de mariposas de la NABA incorporan diversos lugares en un diámetro de 24 kilómetros. Aunque una sola persona puede realizar todo el conteo, se obtienen mejores resultados cuando varias personas visitan los distintos hábitats dentro del diámetro de conteo. Los equipos de observadores que repiten el conteo realizado un año previo deben monitorear los mismos lugares y hábitats de antes.

Algunos sitios incluyen vigilantes botánicos. La tarea de estos participantes consiste en contar mariposas en sus propios jardines, y un jardín cuenta como un solo sitio. Las mariposas avistadas por los vigilantes botánicos se suman al conteo de otros voluntarios.

Los voluntarios informan sobre observaciones de mariposas adultas vivas en estado silvestre durante un periodo de un solo día. El formulario de conteo incluye una lista de nombres científicos de mariposas y su nombre común en inglés. En caso de observar especies no incluidas dentro del formulario, los monitores utilizarán el apartado "Otras especies" para hacer el registro correspondiente. Se asienta además el número de horas y kilómetros por equipo destinados al censo. Las horas por equipo se definen como la suma de horas que cada grupo de observadores invierte en el conteo de mariposas en un evento determinado. La NABA exige un mínimo de seis horas por equipo para todos los conteos, salvo en circunstancias extenuantes. El término kilómetros por equipo se refiere al número de kilómetros que recorre a pie cada equipo de observadores.

Los vigilantes botánicos registran el número más alto de individuos de una especie avistado en un momento dado en el jardín; no deben sumar los ejemplares observados en un mismo día, ya que podría tratarse de mariposas que regresan en múltiples ocasiones al mismo jardín. El número de mariposas avistadas por los vigilantes botánicos se suma a otros totales. El tiempo que invierte el vigilante botánico se incluye en el total de horas por equipo, pero no en el concepto de kilómetros por equipo.

Sitios en Internet

Asociación de Mariposas de América del Norte (*North American Butterfly Association*, NABA): <<http://www.naba.org>>. Consulte en Internet los sitios de reservas naturales y equipos de observadores de mariposas de su localidad para conocer las actividades de conteo de su zona.

El Conteo de Mariposas del Cuatro de Julio no se concibió originalmente para recoger datos científicos, sino como una herramienta para animar a aficionados a la monarca.

Redes de monitoreo de mariposas

Antecedentes y objetivos

Los programas de levantamiento de censos de mariposas permiten a las poblaciones evaluar la abundancia de mariposas en sus localidades. Esta información sirve para documentar cambios en la abundancia, el número de especies presente en distintas zonas y el impacto de las actividades de manejo de plantas. La mayoría de los censos de mariposa en curso se ocupan de todas las especies de mariposa, pero es fácil extraer los datos de especies en particular, como la monarca. Los conteos anuales de mariposas, como los que realiza la NABA (véase la página 28), ofrecen una perspectiva amplia sobre la condición de las distintas especies de mariposas, pero son menos prácticos para llevar a cabo análisis detallados, ya que sólo se realizan una vez al año en un sitio determinado. Sin embargo, los programas de monitoreo que implican mediciones repetidas en un mismo año resuelven la necesidad de obtener información más detallada. En la presente guía se describen algunos de estos programas. Los ciudadanos y las organizaciones que deseen participar en estos levantamientos de censos pueden unirse a algún programa ya existente si lo hubiera en su zona, o bien poner en marcha uno por cuenta propia.

En 1987, The Nature Conservancy decidió estudiar los efectos del manejo de animales y estableció una red de monitoreo de mariposas (BMN, por sus siglas en inglés), que inició con el monitoreo de siete sitios en la zona de Chicago, Illinois. Hoy día se monitorean cada año más de 100 sitios en todo el estado de Illinois. Otros estados y regiones están adoptando los protocolos de Illinois y estableciendo sus propias redes de monitoreo de mariposas. La Ohio Lepidopterists' Society lleva a cabo desde 1996 un programa similar en ese estado, y los estados de Iowa, Florida e Indiana también cuentan con redes BMN. Asimismo, hay ciudadanos que ponen en marcha proyectos similares. Por ejemplo, un equipo integrado por un matrimonio al norte de Minnesota ha monitoreado el área alrededor de su casa casi diariamente durante más de una década utilizando el protocolo que se describe a continuación.

Los datos obtenidos mediante las redes de monitoreo de mariposas de Illinois y Ohio son objeto de análisis con el fin de determinar cómo y cuándo se desplaza la monarca a la parte central y norte de su zona de distribución. Al comparar esta información con los datos relativos a los huevos y larvas, se puede determinar qué generaciones son reproductivas y cuáles no. Los datos también sirven para mostrar la compatibilidad de las especies con una variedad de técnicas para el manejo de tierras, y las tendencias poblacionales de mariposas distintas. Estos resultados ayudan a los administradores de tierras a conservar la mariposa en sus regiones.

Protocolo

Todas las redes de monitoreo de mariposas aplican un método que permite a las personas con poca experiencia evaluar la abundancia de mariposas empleando conteos periódicos de rutina por transectos. El método, que sigue al que se utiliza en un programa británico de monitoreo de mariposas, fue creado en la Monks Wood Experimental Station en Gran Bretaña; con frecuencia se le denomina método de transectos de Pollard, en reconocimiento de su creador (Pollard, 1977, 1991; Pollard y Yates, 1993).

El transecto es una ruta fija a lo largo de la cual se realizan caminatas periódicas. Una vez elegido, no deberá modificarse, ya que las comparaciones exactas dependen de una continuidad semanal y anual; debe ser razonablemente representativo de la localidad en conjunto, aunque también es interesante incluir zonas que se

manejen de manera distinta, atraigan más especies que otras o incluyan una población de especies locales o que revistan un interés particular.

Los contadores de mariposas recorren a pie sus transectos a paso constante y van contando únicamente las mariposas que entran en el ancho del transecto. El largo de los transectos debe ser razonable, tomando en cuenta el hecho de que deben caminarsse por lo menos cada semana y que el conteo puede requerir mucho tiempo cuando haya una cantidad importante de mariposas. Deben tener demarcaciones notorias y el ancho debe ser invariable. La anchura exacta no es importante, pero más de 4.5 metros dificultan el registro. Puede marcarse una ruta fija para cerciorarse de que se siga siempre el mismo trayecto. En los casos en que, dado lo imbricado del trayecto, resultara necesario recorrer dos veces algunas porciones, deberá registrarse sólo el número de mariposas que se observen la primera vez en la porción o sección cubierta; por ello es que se recomienda siempre que sea posible realizar los trayectos en circuito.

En el caso de las redes estatales de monitoreo de mariposas, los voluntarios capacitados recogen y presentan los datos correspondientes a un sitio asignado cada verano. Generalmente se comprometen a realizar un número determinado de visitas al lugar cada verano y con suerte continuarán haciéndolo múltiples temporadas. Cada censo requiere normalmente entre una y dos horas. La mayoría de los estados ofrece talleres de capacitación para enseñar el método de levantamiento de censos y la identificación de mariposas, además de brindar apoyo continuo.

Todos los programas estatales de monitoreo requieren más voluntarios. Para saber cómo participar en los programas vigentes, visite los sitios web que se enlistan a continuación. Si no hay una red de monitoreo de mariposas en su estado, puede ponerse en contacto con voluntarios de la Asociación de Mariposas de América del Norte, los directores de programas en curso o con las dependencias estatales o provinciales de recursos naturales. ¡Todas las redes en vigor fueron creadas por unos cuantos ciudadanos interesados!

Sitios en Internet

Red de Monitoreo de Mariposas de Illinois (*Illinois Butterfly Monitoring Network*): <<http://bfly.org/>>.

Red de Monitoreo de Mariposas de Ohio (*Ohio Butterfly Monitoring Network*): <<http://www.ohiolepidopterists.org/bflymonitoring/>>.

Red de Monitoreo de Mariposas del Noroeste de Indiana (*Northwest Indiana Butterfly Monitoring Network*): <<http://bfly.org/indiana.html>>.

Red de Monitoreo de Mariposas de Florida (*Florida Butterfly Monitoring Network*): <<http://www.flbutterflies.net/>>.

Asociación de Mariposas de América del Norte (*North American Butterfly Association*): <<http://www.naba.org/>>.

Nota: Algunos capítulos de la NABA auspician redes de monitoreo de mariposas.



Voluntarios de la Red de Monitoreo de Mariposas de Ohio realizan un conteo en un transecto con el método de monitoreo de Pollard.

Censos en sitios de migración de otoño y de descanso

Antecedentes y objetivos

Aún es muy elemental el conocimiento acerca del lugar y el momento en que las monarca se detienen durante su trayectoria de migración, cómo influyen las condiciones ambientales en su comportamiento de descanso, y qué variaciones anuales y en una misma temporada se presentan. Para subsanar esta laguna existen numerosos programas orientados a monitorear el tamaño, momento y ubicación de la migración de otoño en lugares específicos. Aunque en general comparten los mismos objetivos y estructura, los métodos que utilizan son diferentes: algunos están orientados a levantar censos mientras los observadores recorren a pie o en automóvil transectos predeterminados, de forma similar a los métodos empleados en los conteos de mariposas de la NABA u otros censos de adultos; muchos también llevan a cabo tareas de levantamiento de censos de las monarca en reposo, a tempranas horas de la mañana o al atardecer, y otros más repiten los métodos de los observadores de aves migratorias, en que los voluntarios permanecen en un lugar y cuentan el número de ejemplares en vuelo. Al margen de los métodos que se utilicen, cada uno de los programas de monitoreo busca describir con más detalle los patrones generales del comportamiento de la monarca durante la migración y sus escalas. Lo que distingue estos programas de otros censos de monarca adultas es que centran su atención en la migración de otoño.

El proyecto de mayor duración es el que se realiza en Cape May, Nueva Jersey. Desde 1992, Dick Walton y numerosos colaboradores levantan censos anuales de monarca migratorias en Cape May, península bordeada por el océano Atlántico y la bahía de Delaware (Walton y Brower, 1996; Walton *et al.*, 2005). Los voluntarios recorren en automóvil un transecto para contar el número de mariposas que se agrupan durante su migración anual hacia el sur. Con métodos similares, desde 1997 se lleva a cabo un estudio en el Refugio Nacional de Vida Silvestre de Chincoteague, en la isla Assateague, una barrera en la península Delmarva en Virginia (Gibbs *et al.*, 2006).

En Long Point, Ontario, en la costa norte del lago Erie, se realizan desde 1995 tareas de levantamiento de censos mediante recorridos de transectos a pie. Estos ecosistemas —que cuentan con playas arenosas, dunas, humedales, llanos, sabanas y bosques— se consideran los mejores que aún subsisten en la cuenca de los Grandes Lagos (Crewe *et al.*, 2007). Por ello, y por el elevado número de monarca migratorias que llegan al lugar, el gobierno canadiense lo declaró ese mismo año Reserva Internacional de Mariposas Monarca.

Otro programa dedicado a monitorear la migración de otoño se vale de la colaboración de voluntarios en la zona recreativa de la península Point, administrada por el Servicio Forestal del Departamento de Agricultura 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 conteos matutinos de las mariposas en reposo y en el transcurso del día recorren a pie un transecto.

Por último, en el extremo sur de la península Delmarva, en el Observatorio de Vida Silvestre de la Costa de Virginia y la Costa Este del Refugio Nacional de Vida Silvestre en Virginia, entre 1998 y 2000, los monitores emplearon para el conteo de monarca migratorias las mismas técnicas que se utilizan para estudiar la migración de aves rapaces.

Los resultados publicados de los conteos de la migración de otoño proporcionan información importante en torno a las actividades migratorias de la monarca. Un estudio comparativo de los datos obtenidos entre 1997 y 2004 de los monitoreos realizados en Cape May y el Refugio Nacional de Vida Silvestre de Chincoteague revela

tendencias similares en las poblaciones de ambos sitios (Gibbs *et al.*, 2006), lo que refuerza la confiabilidad de estos métodos.

Walton *et al.* (2005) resumieron los datos del monitoreo de Cape May para los años 1992 a 2004 y detectaron considerables variaciones anuales, diarias y en una misma temporada, con un promedio de 3,490 ejemplares de monarca avistados cada año. El pico migratorio en Cape May tiene lugar a principios de octubre y estas cifras son indicio del tamaño de la población nororiental de la monarca. Al comparar los picos en un periodo de 12 años, puede apreciarse que se trata de una población con fluctuaciones importantes. Los datos de Cape May también revelan que cada año se registran cerca de siete oleadas de mariposas en migración (Walton *et al.*, 2005). Una oleada se define como un periodo de uno o más días en que se avista un número de ejemplares superior al promedio, separado de uno o más días en que el número de mariposas registrado es inferior al promedio.

El análisis de los datos recogidos en la península Point, en Michigan, no muestra un patrón temporal uniforme para el pico migratorio, como se observó en Cape May. Estos datos se correlacionan con variables ambientales: los vientos del norte, las temperaturas más cálidas y una menor nubosidad son todos factores que elevan el número de mariposas monarca migratorias (Meitner *et al.*, 2004). Los datos sobre la migración en Long Point, Ontario, indican que el mayor número de ejemplares se registró durante periodos en los que el viento se originó en el cuadrante noroeste-suroeste, con una nubosidad de entre 60 y 80 por ciento y temperaturas cercanas a los 20 °C (Crewe *et al.*, 2007), aunque el aumento en la población de la monarca en Ontario en condiciones poco favorables puede explicarse por la conglomeración de mariposas en el lugar en espera de mejores condiciones para emigrar.

Protocolos

Los protocolos para monitorear mariposas monarca durante la migración de otoño dependen en gran medida de las características de los sitios específicos. Algunos censos se levantan desde el automóvil, algunos a pie, otros diaria o semanalmente y otros más desde un solo lugar. En la medida en que los datos se recojan de manera sistemática diaria, semanal y anualmente, podrán obtenerse patrones aprovechables. Más adelante se describen los métodos empleados en una variedad de sitios. Se exhorta a organizaciones y ciudadanos a que los apliquen en la elaboración de los protocolos para sus propios sitios de observación.

Censos en automóvil. En Cape May, Nueva Jersey, del 1 de septiembre al 31 de octubre, los monitores llevan a cabo desde sus automóviles de dos a tres censos diarios a lo largo de transectos estandarizados de ocho kilómetros. La ruta atraviesa una variedad de hábitats, desde bosques caducifolios sureños, campos agrícolas, humedales salobres, zonas suburbanas y dunas en la costa del océano Atlántico y la bahía de Delaware (Walton y Brower, 1996). Los voluntarios registran el número de ejemplares que observan libando, volando o descansando, mientras ellos conducen a una velocidad de 32 a 40 kilómetros por hora, sin detenerse para contar las concentraciones de mariposas. Otros datos incluyen el tiempo de inicio del recorrido y la duración, así como información sobre el clima local.

Censos a pie. En Long Point, Ontario, el monitoreo de mariposas monarca se lleva a cabo en dos puntos de la larga y estrecha península: La Punta (*Tip*), al extremo oriental de Long Point, y la Escollera (*Breakwater*), casi a la mitad entre la punta y la base de la península (Crewe *et al.*, 2007). En el sitio de La Punta predominan dunas arenosas con hábitats de álamo americano y cedros rojos de sucesión temprana, y son comunes la asclepia y el liatris (*Liatris spicata*), fuente favorita de néctar. La Escollera es una sabana de robles y arces de sucesión intermedia, en donde se registra presencia de asclepia pero no de liatris.

*Los resultados
publicados de
los conteos de la
migración
de otoño
proporcionan
información
importante en
torno a las
actividades
migratorias
de la monarca.*

*Los protocolos
para monitorear
marposas
monarca
durante la
migración de
otoño dependen
en gran medida
de las
características
de los sitios
específicos.*

Monitores voluntarios realizan a pie censos diarios de la monarca en migración. En el sitio de La Punta, estos conteos se llevan a cabo desde principios de agosto hasta mediados de octubre, aunque después de finales de septiembre la temporada de caza de aves acuáticas restringe el acceso a la Escollera (Crewe *et al.*, 2007). Los observadores invierten una hora, de dos a tres de la tarde, recorriendo a pie un trayecto predeterminado. Los conteos incluyen a las monarca que se observan en libación, descanso o vuelo dentro de una zona determinada. También se recogen datos sobre las variables climatológicas, y se registran la nubosidad (en intervalos de diez por ciento), la dirección y velocidad del viento (en una escala de 16 puntos) y la temperatura.

Censo a pie y conteo de mariposas en reposo. Entre la segunda semana de agosto y la tercera de septiembre, los voluntarios llevan a cabo tres censos diarios en la península Point, Michigan, en una actividad combinada que consiste en contar ejemplares de monarca en reposo y recorrer un transecto (Meitner *et al.*, 2004). Antes de cada uno de los tres conteos, los observadores registran variables ambientales relevantes, como la dirección y velocidad del viento, temperatura y nubosidad (calculada en función de qué tanto del sol está cubierto de nubes, en una escala de cinco puntos).

El censo de mariposas perchadas se levanta a las seis de la mañana y no hay límite de tiempo establecido. Se cuenta el total de ejemplares en reposo en el faro o en las cercanías, por lo que los observadores sólo permanecen en el área el tiempo necesario para contar todas las monarca presentes. Los métodos para realizar el censo del transecto a pie, a las nueve de la mañana y una de la tarde todos los días, son similares a los que se emplean para los censos a pie y en automóvil de otros programas. Los voluntarios registran la totalidad de mariposas, estén activas o en descanso. El transecto corre a lo largo de la península y los observadores recorren cuatro kilómetros a un ritmo estándar, sin detenerse, durante 45 minutos por transecto aproximadamente. Dado que más de 75 por ciento del terreno es boscoso, este censo se centra únicamente en las monarca que vuelan cerca del suelo. Estos transectos a pie, en combinación con los conteos de mariposas en reposo, registran el número de mariposas monarca migratorias en la península Point mientras descansan, buscan comida o se congregan para pernoctar ("perchadas").

Estudios mediante la observación de halcones. Davis y Garland (2004) utilizaron una técnica de censo puntal, a menudo utilizada en estudios de aves rapaces, para contar el número de ejemplares de monarca en migración. La plataforma de observación del halcón en el Parque Estatal Kiptopeke, en Virginia, está a una altura aproximada de cinco metros sobre el nivel del suelo, y ofrece una excelente visibilidad 360 grados a la redonda. En este estudio, el observador de halcones contó las monarca observadas durante el censo de aves rapaces. El periodo de censo se dividió en tres segmentos: una hora después del amanecer hasta las diez de la mañana; de las 10:30 horas a la una de la tarde, y de 13:30 horas a cuatro de la tarde. Puede consultarse en línea un directorio de sitios de observación de halcones para monitores voluntarios que deseen participar en el censo de la monarca con el empleo de esta técnica.

Sitios en Internet

Proyecto de Monitoreo de la Monarca en Chincoteague (*Chincoteague Monarch Monitoring Project*): <<http://mysite.verizon.net/robgibbs301/monarch.htm/>>.

Directorio de observatorios de halcones: <<http://www.virtualbirder.com/vbirder/onLoc/onLocDirs/HAWK/bg/Find.html>.
Journey North: <http://www.learner.org/jnorth/>>.

Asociación de Migración de la Mariposa Monarca de América del Norte (*Monarch Migration Association of North America*): <<http://mmana.org/>>.

Proyecto de Monitoreo de Mariposas Monarca (*Monarch Monitoring Project*) (Observatorio de Aves de Cape May): <<http://rkwalton.com/mon.html>>.

Proyecto Monarch Alert

Antecedentes y objetivos

Si bien el acceso a las colonias de invernación de la mariposa monarca en México está celosamente controlado y el monitoreo corre a cargo de profesionales que trabajan para la Profepa, la UNAM, el IPN y la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca (RBMM), voluntarios contribuyen en el censo de la población occidental migratoria en invernación. Las poblaciones de mariposas monarca al oeste de las montañas Rocosas migran a sitios específicos de invernación en la costa de California, donde cada año invernán cerca de 200,000 ejemplares. Estos sitios se extienden desde el condado de Marin, California, al norte, hasta el condado de San Diego al sur.

Las mariposas monarca requieren características específicas de hábitat y microclimas para sobrevivir el invierno. En California, las monarca eligen refugios arbolados cerca del océano, en áreas protegidas de las gélidas temperaturas invernales y fuertes tormentas. El hábitat adecuado generalmente está provisto de arboladas en forma de U, con varias hileras de árboles a barlovento para permitir que la luz penetre y genere calor. Los sitios deben contar también con una especie de dosel de múltiples niveles para obtener una protección adecuada del viento, el frío y las tormentas, pero que permita la entrada de suficiente luz para brindar cierta exposición a la luz solar sin elevar considerablemente la temperatura de las mariposas perchadas. El calor excesivo provoca un aumento en el índice metabólico, lo que puede acortar la longevidad de las mariposas en invernación.

Es probable que en el pasado las monarca hayan recurrido a especies nativas de pino de Monterey (*Pinus radiata*), ciprés de Monterey (*Cupressus macrocarpa*) y secuoya roja (*Sequoia sempervirens*) para congregarse en reposo ("perchadas") durante el invierno, en contraste con los sitios de invernación actuales donde predomina el eucalipto, aun sin ser una especie nativa. El eucalipto proporciona la distribución vertical que requieren las monarca y parece ser un sustituto conveniente de las especies nativas, que se han ido perdiendo por la explotación de la tierra y la tala de gran alcance. Generalmente, la protección y el manejo de los sitios de invernación de la mariposa monarca equilibran la plantación de eucaliptos, ante su erradicación como parte de los planes de manejo de tierras que ordenan el retiro de árboles de especies no nativas.

Dadas las singulares y precarias circunstancias del hábitat occidental de invernación de la mariposa monarca, es fundamental monitorear los sitios de invernación para poder emitir recomendaciones específicas sobre su manejo a objeto de sostener futuras poblaciones de monarca.

La Sociedad de Vida Silvestre de Ventana (*Ventana Wildlife Society, VWS*), en colaboración con Helen Johnson y la Universidad Estatal Politécnica de California en San Luis Obispo, documenta actualmente la dinámica poblacional, salud y calidad del sitio de descanso de la monarca en el condado de Monterey. Como resultado de estos esfuerzos conjuntos se identificaron nueve sitios de invernación importantes en el condado de Monterey: el Santuario del Bosque de Mariposas Monarca, el Parque George Washington, la Reserva Estatal Punta Lobos, el cañón Palo Colorado en Big Sur, el Parque Estatal Andrew Molera, el cañón de los Sicomoros en la playa Pfeiffer, un sitio en propiedad privada en Big Sur y los arroyos Prewitt y Plaskett en Pacific Valley. Estos sitios están administrados por el Departamento de Parques y Recreación de California, el Servicio Forestal, el ayuntamiento de Pacific Grove y el sector privado.

Los datos recogidos por los monitores que participan en Monarch Alert y otros programas en los sitios de invernación en California suelen mostrar cambios en la población de la monarca en el lapso de un año y entre uno y otro año. En



*Mariposas monarca
en un árbol de eucalipto.*

muchos casos, la abundancia de mariposas puede correlacionarse con la densidad y productividad de asclepias en sitios de veraneo, lo que a su vez se asocia con las precipitaciones y el manejo de la tierra (Ventana Wildlife Society, 2008). Los resultados revelan un alto grado de movimientos a pequeña escala a lo largo del invierno. La monarca coloniza una gran variedad de lugares hacia finales del otoño, pero la mayor parte de estos sitios son abandonados al congregarse las mariposas en unos cuantos sitios. Frey y Shaffer (2004) sugieren que estos movimientos podrían servir para mitigar las consecuencias de factores fisiológicos estresantes originados por condiciones climatológicas extremas. Por ejemplo, luego de varios días de condiciones de calor seco, las monarca abandonaron los hábitats en el condado de San Luis Obispo. De ahí se desprende la necesidad de proteger los múltiples sitios de hibernación para la supervivencia de la especie.

La VWS utiliza datos de monitoreo para informar a la ciudadanía y a propietarios de tierras privadas la mejor forma de manejar las arboledas con mariposas monarca en sus predios. Las partes interesadas pueden consultar en el sitio de la VWS en Internet los informes anuales en archivos con formato PDF.

Protocolo

Para determinar si las monarca usan un sitio para hibernar, los biólogos de la VWS visitan un sitio potencial entre el amanecer y las nueve de la mañana a objeto de determinar la idoneidad del hábitat, evaluar las condiciones para establecerse y buscar "racimos" de mariposas. En caso de encontrarlas, proceden al monitoreo del sitio; de lo contrario, si el hábitat parece apto pero no encuentran ejemplares de monarca o las mariposas presentes no están perchadas (en reposo, formando racimos), se realiza una visita de seguimiento 30 días más tarde.

Entre el 1 de octubre y la última semana de febrero se realiza un reconocimiento matutino cada semana, mientras la temperatura está por debajo del umbral de vuelo (13 °C) y las monarca permanecen perchadas. En caso de precipitaciones intensas se suspenden los reconocimientos debido a la poca visibilidad y se reanudan el siguiente día disponible "con buen tiempo".

Los datos recogidos durante los eventos de monitoreo comprenden fecha, sitio, observadores, inicio y término de tiempo de preconteo, inicio y término de tiempo de conteo, presencia de fuentes de néctar y agua, y observaciones de mariposas monarca marcadas o en apareamiento. Por cada árbol en donde se observen monarca perchadas, se registra el número de ejemplares, la especie y número de identificación del árbol, así como el aspecto y la altura de los racimos; el número de monarca en vuelo y en el suelo se registra por separado. Para calcular el número de mariposas perchadas en un "racimo", los observadores calculan el número de ejemplares congregados en un área reducida del conjunto para luego extrapolar este conteo y obtener así un conteo total del racimo completo. Enseguida se registra el promedio del conteo total de todos los observadores. El número de mariposas en cada árbol se calcula sumando los totales de mariposas en racimos.

En algunos casos, en la mañana temprano se capturan mariposas de los racimos de pernocta mediante una red de múltiples secciones y con mango extensible de diez metros; se les marca con pequeñas etiquetas autoadhesivas circulares con un número de identificación preimpreso y el teléfono sin costo de VWS, y se registran sexo y condición de las alas.

Cada año, los investigadores de proyecto preparan y presentan informes de los resultados de monitoreo obtenidos de las investigaciones y marcación de mariposas monarca, así como detalles de las condiciones climatológicas obtenidas por los registradores (Hamilton *et al.*, 2002; Frey *et al.*, 2003; Hamilton *et al.*, 2003).

Monarca marcada
(proyecto Monarch Alert).



La VWS organiza talleres anuales en torno al monitoreo de la mariposa monarca a fin de fomentar la colaboración continua entre aficionados a la monarca y biólogos para poner en marcha tareas de monitoreo a largo plazo en California. Los participantes reciben capacitación en técnicas estandarizadas para calcular las poblaciones de mariposas monarca. Los voluntarios o ciudadanos interesados que vivan en la región occidental de América del Norte y deseen enterarse de qué pueden hacer a favor de las mariposas en su área deberán ponerse en contacto con la Ventana Wildlife Society.

Sitios en Internet

Proyecto Monarch Alert: <<http://www.calpoly.edu/~bio/Monarchs/index.html>>.

Ventana Wildlife Society: <<http://www.ventanaws.org/conservation/monarchs.htm#updates>>.

Monitoreo en la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca

Antecedentes y objetivos

Desde principios de la década de 1990, empleados de la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca (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 zonas 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). Los objetivos del monitoreo realizado en la RBMM implican evaluar las condiciones de la población oriental durante la única ocasión en que la población ocupa una misma zona, y determinar las tasas y causas de mortandad en la población en invernación.

Protocolo

Para poder llevar a cabo proyectos de investigación o actividades de monitoreo de especies dentro de la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca, es preciso presentar ante la Dirección de la Reserva una solicitud formal en la que se establezcan claramente el protocolo y los objetivos de cada proyecto. Una vez que se autorizan, si las actividades del proyecto implican recolectar o manejar flora o fauna silvestre, la Dirección General de Vida Silvestre (DGVs) deberá emitir un permiso distinto. Los habitantes de la localidad interesados en ampliar sus conocimientos en el tema pueden participar en actividades específicas si los proyectos permiten este tipo de participación.

Sitios en Internet

WWF-México: <<http://www.wwf.org.mx/wwfmex/index.php>>.

Conanp: <<http://www.conanp.gob.mx/>>.



Mariposas monarca perchadas capturadas con red de mango extensible por monitores de Monarch Alert.

Diversos programas de ciencia ciudadana recurren a la marcación para obtener datos sobre los patrones y tiempos de la migración de otoño de la monarca.

7 MIGRACIÓN

Monarch Watch

Antecedentes y objetivos

Monarch Watch se enfoca en el estudio de la generación migratoria de otoño. Los voluntarios de este programa colocan pequeñas etiquetas en las alas de las mariposas cuando éstas migran en su área en el otoño. Antes de que se descubrieran las colonias de hibernación de la monarca en México, los investigadores recurrían a programas de marcación como Monarch Watch para averiguar dónde pasaban cada invierno estas mariposas. Aunque hoy día se conoce ya la ubicación de los sitios de hibernación de la monarca, los datos recogidos por este programa permiten dar respuesta a interrogantes alrededor de las rutas migratorias de otoño, la influencia de los factores climatológicos y si existen diferencias anuales en los patrones de migración. Algunos análisis detallados sirven para determinar las regiones de procedencia de la mayoría de las monarca, las diferencias en el éxito reproductivo entre mariposas en regiones distintas y las tasas de mortalidad durante la migración.

Diversos programas de ciencia ciudadana recurren a la marcación para obtener datos sobre los patrones y tiempos de la migración de otoño de la monarca. La Asociación de Migración de Insectos (*Insect Migration Association*) se estableció en 1952 para determinar a dónde van y cómo llegan las mariposas de la población oriental durante el invierno. Hasta su conclusión en 1994, en el programa participaban niños en edad escolar, naturalistas y ciudadanos para observar, atrapar y marcar ejemplares de monarca, (Urquhart y Urquhart, 1977; Urquhart, 1987). Cada etiqueta portaba un número único y la información de contacto de la Asociación de Migración de Insectos. Los encargados del marcaje registraban la fecha y el lugar en que marcaban a una monarca, y las personas que encontraban mariposas marcadas reportaban a la Asociación el número de identificación y la fecha y lugar de recuperación. En 1975, Kenneth Brugger, un voluntario que le ayudaba al doctor Fred Urquhart en México, y su esposa, Cathy Aguado, finalmente descubrieron los sitios de hibernación de la monarca en la región central de México, hasta entonces desconocidos por la comunidad científica (Urquhart, 1976). Aunque estos sitios eran conocidos por los pobladores locales, nadie entendía que las monarca que recubrían esas cimas de montañas hubieran volado desde sitios de reproducción tan remotos como Canadá. Este hallazgo fue posible gracias a los datos de marcaje de varios años que apuntaban a un sitio de hibernación de la monarca en alguna parte de esta zona. Aun después de haber descubierto estos sitios, los programas de marcaje vigentes siguen aportando conocimientos relativos a la migración e hibernación de la monarca.

En 1992, Monarch Watch estableció un nuevo programa de marcación con voluntarios para continuar con el estudio de las rutas de migración de otoño. Este programa funciona a partir de los mismos principios que la Asociación de Migración de Insectos, pero con algunos avances en cuanto al tamaño de la etiqueta, el pegamento y la colocación. Los datos obtenidos a través del programa Monarch Watch, junto con el análisis reciente de los antiguos datos de marcaje, continúan aportando nueva información sobre la migración de la monarca a escala subcontinental y sobre la influencia del clima y otros factores ambientales que varían entre un año y otro (Rogg *et al.*, 1999). Otros programas de marcación en la región occidental de Estados Unidos (*Ventana Wildlife Society*, 2008) y otras regiones proporcionan datos más localizados en relación con los patrones de migración.

Los análisis preliminares de datos del programa Monarch Watch muestran un marcaje más elevado entre los 40° y 45° de latitud norte y los 90° y 100° de longitud oeste, lo que sugiere que hay un mayor número de mariposas en estas regiones de Estados Unidos. Adicionalmente, las tasas de recuperación de monarca marcadas en México varían dependiendo de los sitios donde fueron etiquetadas: en México se recupera una mayor proporción de ejemplares que fueron marcados entre los 95° y 105° de longitud oeste, lo que sugiere que las monarca de estos lugares llegan con más éxito a sus lugares de invernación (comunicación personal de O.R. Taylor).

Los esfuerzos de marcaje sirven además para identificar y evaluar las rutas migratorias. Durante 1998-2000, en la costa este de Virginia, Garland y Davis atraparon 2,190 ejemplares en su trayecto migratorio de otoño, seis de los cuales ya habían sido marcados con anterioridad. A partir de esta información lograron inferir posibles rutas de migración, los índices de viaje y cómo afectaban las condiciones del viento. Marcaron todas las mariposas que atraparon y descubrieron que en ciertos años la monarca tenía menos posibilidades de llegar a los sitios de invernación en México que en otros (Garland y Davis, 2002).

Protocolo

Para el programa Monarch Watch sólo deberán marcarse las mariposas migratorias. En una zona determinada pueden llegar a concentrarse hasta cuatro generaciones de verano no migratorias, dependiendo de la latitud. Los días más cortos, la fluctuación en las temperaturas y el marchitamiento de las asclepias desencadenan diapausa, un estado de desarrollo reproductivo suspendido que acompaña la migración de otoño (Goehring y Oberhauser, 2002).

Las etiquetas pueden pedirse al sitio en Internet del programa Monarch Watch, y cada año deberán usarse etiquetas nuevas, ya que los números de identificación en cada etiqueta son únicos y corresponden a temporadas de marcaje específicas. Los encargados del marcaje obtienen mariposas sea criando larvas atrapadas en estado silvestre, o bien atrapando mariposas adultas con una red especial. Las monarca pasan mucho tiempo libando conforme migran hacia el sur; de hecho, la mariposa aumenta de peso en la temporada de migración (Brower, 1985; Gibo y McCurdy, 1993; Borland *et al.*, 2004). Por ello, alrededor del cardo alto (*Cirsium altissimum*) de floración tardía, así como de diversas especies de girasoles y asteráceas silvestres (Monarch Watch, 2007) podrán encontrarse cantidades importantes de mariposas migratorias.

Las etiquetas diseñadas por Monarch Watch se adhieren a las alas y permanecen adheridas a lo largo del trayecto migratorio. Se suelen colocar cerca del centro de gravedad de la mariposa, de manera que no afecten ni obstaculicen el vuelo (Monarch Watch, 2007).

Las especificaciones técnicas para registrar el número de etiqueta y la fecha de liberación pueden consultarse en línea. Los encargados del marcado registran el sexo de la mariposa y si se le atrapó en edad adulta o si se crió desde que era un huevo, larva o crisálida; por último registran la ciudad, estado o código postal más cercano al lugar de captura.

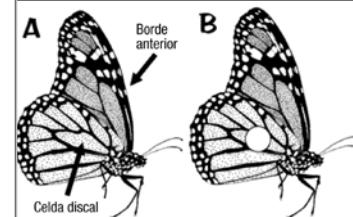
Sitios en Internet

Monarch Watch: <<http://www.monarchwatch.org>>.

Ventana Wildlife Society: <<http://www.ventanaws.org/conservation/monarchs.htm#updates>> (programa de marcación de la población occidental).



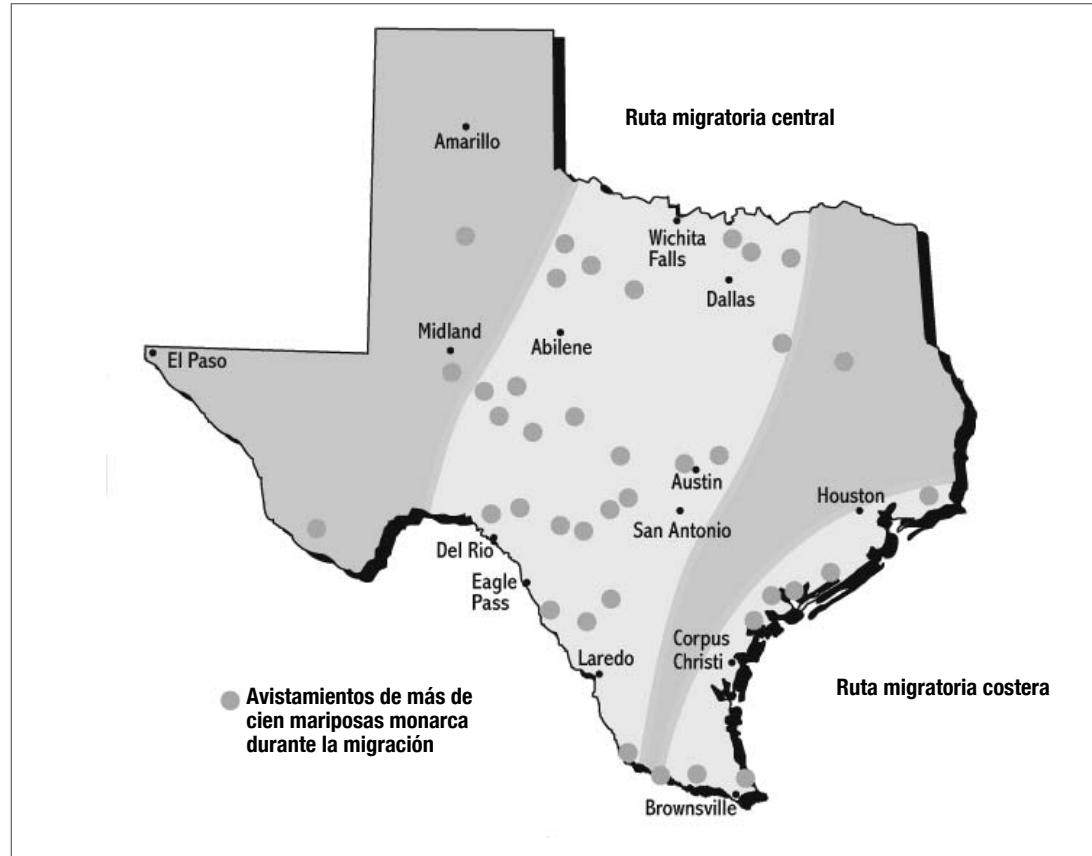
Monarca marcada por voluntarios del proyecto Monarch Watch en el Bosque Nacional Hiawatha (península Point, Michigan).



Colocación correcta de las etiquetas del programa Monarch Watch (Monarch Watch, 2007).

Los avistamientos reportados por participantes del programa Texas Monarch Watch han contribuido a comprender el movimiento de la mariposa monarca en Texas y las rutas migratorias centrales y costeras.

Fuente: Mapa del Departamento de Parques y Vida Silvestre del Estado de Texas.



Texas Monarch Watch

Texas goza de una posición única en el trayecto migratorio de la monarca, ya que prácticamente todas las mariposas monarca de la población oriental deben atravesar el estado en su camino de ida y vuelta de los sitios de invernación en México. El programa Texas Monarch Watch, administrado por el Departamento de Parques y Vida Silvestre del Estado de Texas (*Texas Parks and Wildlife Department, TPWD*), recaba e intercambia información con la ciudadanía sobre las poblaciones migratorias y residentes de mariposa monarca en Texas. Si bien el programa es específico de esta entidad, sus métodos pueden aplicarse en otros estados o provincias. Los datos recogidos por los voluntarios se condensan en boletines informativos del TPWD y se comparten con científicos y administradores de recursos naturales.

Los datos se recopilan de dos formas: los voluntarios informan sobre avistamientos de monarca llamando a la línea directa de la monarca en Texas (*Texas Monarch Hotline*), e indican el lugar y la fecha del avistamiento, además de aportar información sobre las condiciones climatológicas de la zona; asimismo, muchos ciudadanos llevan un registro de mariposas en un calendario o diario, y utilizan un formato que puede consultarse en el sitio web del TPWD. Los datos registrados en el calendario se enfocan en los tiempos y sitios de la migración de otoño.

Los datos de Texas Monarch Watch se han aprovechado para compilar instantáneas diarias de la migración en todo el estado cada año, así como un panorama a largo plazo de cuándo y dónde se registran ejemplares en Texas y cómo varía la abundancia de éstas entre un año y otro. A partir de estos datos se sabe que el vuelo de otoño de la monarca hacia el sur se limita a dos rutas principales: la Ruta Central, la más larga, se extiende de la autopista interestatal 35 a la región central del país y se concentra a grandes rasgos en las ciudades de Wichita Falls, Abilene, San Angelo e Eagle Pass. La segunda ruta, o Ruta Costera, que es más estrecha, recorre una distancia de cerca de 32 kilómetros tierra adentro a lo largo de la costa del golfo; parece ensancharse al sur de Texas, donde las monarca cambian de dirección y se alejan de la costa para dirigirse hacia los sitios de invernación en la región central de México.

Sitios en Internet

Texas Monarch Watch: <<http://www.tpwd.state.tx.us/nature>> y <http://www.tpwd.state.tx.us/learning/texas_nature_trackers/monarch/>.

Journey North

Antecedentes y objetivos

Journey North es una organización sin fines de lucro cuya misión primordial es procurar la participación de niños en edad escolar en el estudio global de migración y cambio estacional. Establecido en 1994 con una subvención de la Fundación Nacional de Pesca y Vida Silvestre y con el apoyo ininterrumpido de la Fundación Annenberg, Journey North constituye un programa de fácil acceso a voluntarios, con protocolos relativamente sencillos, un sólido respaldo en línea y resultados inmediatos. El programa se orienta al estudio de la migración de primavera de la monarca desde México, y los resultados brindan una imagen de la recolonización primaveral anual de la monarca en América del Norte y los factores que afectan sus patrones temporales. Los voluntarios informan de los primeros avistamientos de primavera de mariposas adultas y se genera un mapa de migración en vivo en el sitio de Journey North en Internet.

Los participantes voluntarios en el programa Journey North también realizan observaciones de la migración de otoño, estudios que permiten identificar la ruta migratoria completa de la monarca y delimitar los lugares y tipos de hábitat esenciales durante la migración de otoño. A lo largo de la ruta de vuelo, todos los sitios de pernocta se reportan a Journey North y se integran a un mapa de migración otoñal en tiempo real. Con este estudio se documenta la ubicación de cientos de sitios de descanso usados por la mariposa monarca en un año determinado durante la migración otoñal. El hecho de que un número elevado de mariposas coincidan en un mismo sitio destaca la importancia de estos sitios de escala. Los resultados preliminares contribuyen a esclarecer los patrones espaciales y temporales de las rutas de la monarca a escala subcontinental. Una vez recogida la información sobre los tiempos y lugares en que se forman las congregaciones en reposo, puede ahondarse en interrogantes científicos en torno a los recursos que usan las monarca en estos sitios. Los científicos ciudadanos llegan a desempeñar un papel preponderante para despejar el entendimiento científico sobre este recurso dinámico y efímero que utilizan las monarca diariamente durante la migración.

*Journey North
es una
organización sin
fines de lucro
cuya misión
primordial es
procurar la
participación de
niños en edad
escolar en el
estudio global
de migración
y cambio
estacional.*



Sitio de reposo en otoño en Texas.

Antes de la creación de Journey North, Cockrell *et al.* (1993) habían realizado el estudio más exhaustivo sobre la migración primaveral de la monarca mediante la observación de las fases larvarias en transectos de asclepias en sólo 62 sitios. Por medio de Internet, cientos de observadores de Journey North pueden registrar datos en todas las rutas de migración. Cuando en Internet aparecieron los mapas y la información sobre el clima en tiempo real, fue posible yuxtaponer eventos migratorios con patrones climatológicos para analizar el ritmo de la migración en una estación determinada con relación a variables climatológicas. Desde 1997 todos los registros y mapas de migración se almacenan de forma permanente en el sitio web. Además, las actualizaciones semanales sobre migración documentan las características singulares de cada temporada migratoria. Esta información brinda a los científicos un panorama en tiempo real de la dinámica de la migración de la monarca, y aunada a mapas y datos climatológicos, así como otros de índole geográfica, permite conocer implicaciones de conservación importantes, a saber: cómo identificar las principales rutas migratorias y los patrones temporales de cruce críticos (Howard y Davis, 2004); fenómenos climatológicos o actividades humanas que afectan a la población, y el impacto potencial del cambio climático en la migración y distribución de la mariposa monarca.

Amén de su valor científico, los mapas migratorios de Journey North constituyen una valiosa herramienta de comunicación que puede llamar la atención de la ciudadanía e invitarla a participar en la conservación de la monarca. Desde un punto de vista educativo, Journey North brinda información científica en tiempo real y de la vida real y material educativo adjunto.

Protocolo

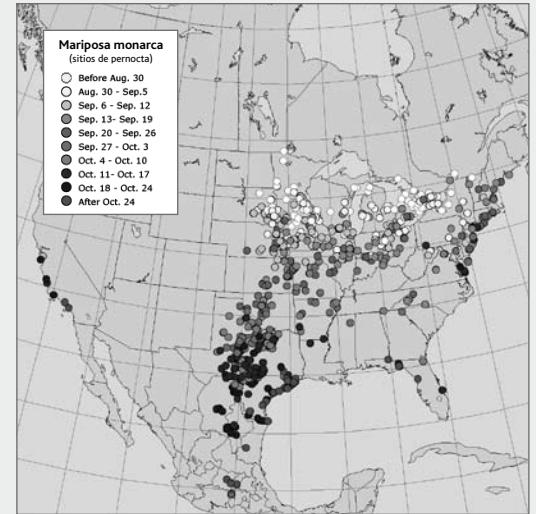
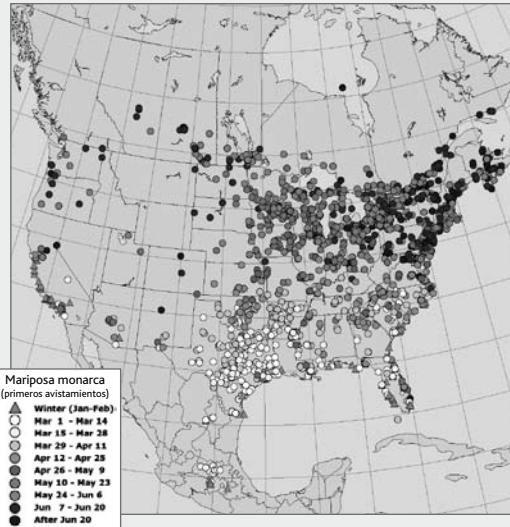
Para fines de control de calidad, los participantes deben registrarse para reportar observaciones. El registro es gratuito y se garantiza total privacidad. El personal de Journey North se pone en contacto por correo electrónico con frecuencia para verificar avistamientos u obtener mayor información. Los participantes deben poder identificar con precisión una mariposa monarca y distinguirla entre especies parecidas. El sitio web y el personal de Journey North proporcionan materiales de identificación y apoyo.

Migración de primavera (el "Viaje hacia el norte"). Journey North monitorea el viaje de avanzada de la migración mediante la recolección de observaciones de los primeros avistamientos. Las monarca abandonan los sitios de invernación en México en marzo, aunque las primeras mariposas pueden emprender el viaje desde finales de febrero. Normalmente las primeras migrantes aparecen en Texas en algún momento durante la primera quincena de marzo. Para la última quincena de abril, muere la mayor parte de la generación de invernación, pero la descendencia continúa el viaje hacia el norte. Para finales de junio, las monarca se han distribuido en todas sus zonas de reproducción en Estados Unidos y Canadá. Durante este viaje hacia el norte, los participantes registran cuatro tipos de avistamiento.

Los avistamientos de premigración o de mariposas monarca "invernales" son los que se realizan durante enero y febrero en cualquier punto de las zonas de reproducción, como la costa del golfo o del Atlántico. Estas observaciones aparecen en el mapa de migración e indican el lugar en donde algunos grupos de monarca han sobrevivido el invierno.

Los avistamientos de las primeras monarca adultas se registran entre marzo y junio, cuando las mariposas se dispersan hacia el norte y el este. Los participantes vigilan a la monarca mientras realizan actividades cotidianas, con métodos de observación estandarizados (mediante observaciones sistemáticas, destinando una hora del día,

Izquierda. Ubicación de los primeros avistamientos de monarca en su desplazamiento hacia el norte en primavera. Derecha. Ubicación de sitios de pernocta, como registro del movimiento de la monarca hacia el sur en otoño.



monitoreando el mismo lugar, etc.) o sencillamente reportando las monarca avistadas. Estos "primeros avistamientos" son indicio del viaje de avanzada de la migración de primavera.

Los participantes también informan de los primeros indicios de reproducción de mariposas en su zona, es decir, los primeros huevos o larvas identificados. Estas observaciones muestran que, además de estar desplazándose por la zona, la monarca en realidad está en etapa reproductiva.

Por último se pide a los participantes que observen la aparición de la primera asclepia en primavera y que registren la fecha en que se desarrollan las primeras hojas. El propósito de este informe es documentar el momento de floración de la asclepia en la zona de reproducción.

Los participantes publican sus observaciones en el sitio web del proyecto: asientan la fecha del avistamiento y la localidad, estado o provincia más cercanos. Se proporciona un espacio para comentarios (condiciones climatológicas, comportamiento de la monarca, entre otros). En caso de contar con la información, los observadores brindan las coordenadas de latitud y longitud precisas del lugar del avistamiento. De lo contrario, el sistema informático recupera las coordenadas de la localidad más cercana mediante una base de datos con códigos postales. El personal de Journey North se da a la tarea de revisar detenidamente la información de los avistamientos por si hubiera necesidad de mantener comunicación para un seguimiento.

Migración de otoño (el "Viaje hacia el sur"). Las observaciones de la migración de otoño se realizan entre agosto y diciembre, cuando los voluntarios de Journey North informan de avistamientos de ejemplares de monarca en sitios de reposo y migración. Un refugio es aquel sitio en que las mariposas (por lo menos unas doce) se congregan, en uno o más árboles, para descansar durante su migración de otoño. Los refugios pueden concentrar a cientos o incluso miles de ejemplares. Nótese, sin embargo, que las numerosas concentraciones de mariposas en fuentes de néctar no se consideran refugios. En el sitio de Journey North en Internet pueden

Correo Real es el programa equivalente de Journey North y comparte el mismo objetivo de recoger información durante la migración de primavera y otoño de la monarca.

consultarse descripciones detalladas del comportamiento característico del refugio, imágenes y otros datos. La observación de los sitios de reposo documenta el avance de la migración hacia el sur.

Los voluntarios de Journey North están pendientes también de las monarca en migración y para medir el ritmo de su ruta migratoria cuentan mariposas por minuto o por hora. Luego el personal del programa revisa la información sobre los avistamientos y genera un mapa para ilustrar el trayecto de la migración pico.

Sitio en Internet

Journey North: <<http://www.learner.org/jnorth>>.

Correo Real

Antecedentes y objetivos

Correo Real es el programa equivalente de Journey North y comparte el mismo objetivo de recoger información durante la migración de primavera y otoño de la monarca (véanse detalles en pp. 42-43). En su calidad de proyectos de colaboración, ambos programas superan la barrera de los idiomas inglés y español entre Estados Unidos y México. La fundadora y directora del proyecto, Rocío Treviño, administra una red de más de 200 participantes y recoge información a lo largo de la trayectoria migratoria de la monarca en la región norte de México.

En 1992, Protección de la Fauna Mexicana (Profauna) puso en marcha el programa Correo Real con miras a establecer una red de conservación de la mariposa monarca a lo largo de su ruta migratoria en México, con la participación de niños en edad escolar y personal docente. Al aceptar la necesidad de ahondar en el conocimiento e información de la biología y conservación de las especies, Correo Real ofrece capacitación a maestros y niños para recoger información sobre la monarca migratoria. Los participantes registran el número de mariposas que observan, la hora de sus observaciones, el comportamiento de las mariposas (si están volando, libando o descansando), los lugares y las plantas de las que se alimenta la mariposa o donde descansa, así como las condiciones climatológicas. Como parte de las actividades de capacitación, Correo Real ha preparado manuales y otros materiales de tipo educativo. A la fecha se ha capacitado a más de tres mil maestros en los estados de Coahuila, Nuevo León, Querétaro y San Luis Potosí.

Este programa de monitoreo —cuyo nombre se debe a que, en sus albores, toda la comunicación se realizaba por medio del correo— ha contribuido enormemente a recopilar información en México, aunque gran parte de estos datos todavía están pendientes de análisis.

Protocolo

Correo Real recoge información sobre avistamientos de migración junto con notas detalladas relativas al comportamiento de las monarca (si se encuentran libando, en vuelo, en sitios de descanso, entre otros) y las condiciones climatológicas en el momento del avistamiento. El protocolo concuerda con el utilizado en el programa Journey North, según se describe en las páginas 44 y 45.

Sitio en Internet

Correo Real: <<http://www.profauna.org.mx/monarca/>>.

Correo-e: correo_real@prodigy.net.mx

Teléfono: (844) 414 4997

Domicilio postal:

Rocío Treviño Ulloa

Nueva Vizcaya 480

Frac. Urdiñola

Saltillo, Coahuila, C.P. 25020, México

Vectores de vuelo

Antecedentes y objetivos

Los científicos han dado pasos agigantados en el conocimiento de la travesía de la mariposa monarca, pero no se sabe a ciencia cierta cómo año tras año las monarca de Ontario y Dakota del Norte logran encontrar los mismos sitios de descanso en los bosques de oyamel en los estados de México y Michoacán, en México. Sin lugar a dudas, emplean información ambiental para orientar sus vuelos migratorios, pero ¿qué tipo de información utilizan?

Al asentar registros sistemáticos de la dirección en que vuela la monarca, pueden deducirse las claves para desentrañar este misterio. A la dirección de vuelo se le conoce comúnmente como **vector de vuelo** o **punto de fuga**. Esta información nos ayudará a entender las rutas de vuelo que sigue la monarca durante su migración, si la monarca en lo individual es migratoria o no y cómo responde a la ubicación geográfica.

Aunque no existe un depósito centralizado de información sobre vectores de vuelo, estos datos se han empleado de diferentes formas y su recopilación, en concomitancia con otros datos de monitoreo, puede ofrecer una comprensión valiosa de la biología de la monarca. Se sabe que la monarca migratoria muestra una fuerte inclinación por rutas de vuelo hacia el sur y el suroeste durante el otoño, en tanto que en verano muestra una distribución aleatoria de direcciones de vuelo (Kanz, 1977; Schmitt Koenig, 1985; Pérez y Taylor, 2004). Así, los vuelos direccionales pueden utilizarse para mostrar si las mariposas individuales son migratorias. Pérez y Taylor (2004) aplicaron esta definición de comportamiento de vuelo migratorio para demostrar que la monarca continúa migrando aun cuando se encuentre en etapa reproductiva (es decir, no en diapausa). Taylor y Gibo (inédito, sitio web de Monarch Watch) han recogido pruebas de que las mariposas monarca emprenden su vuelo de migración cuando el sol alcanza ángulos de entre 56° y 47° respecto del horizonte, y recurren nuevamente a vectores de vuelo para determinar el momento de migración de la monarca.

A objeto de conocer más acerca de las rutas específicas que recorren las mariposas monarca desde sus sitios de reproducción al norte de Estados Unidos y Canadá hasta las zonas de invernación en el Eje Neovolcánico Transversal que se extiende por todo el centro de México, y para investigar el mecanismo de orientación del que se valen para localizar estos reducidos sitios de invernación, Calvert (2001) registró los vectores de vuelo a distintas horas del día y en lugares diferentes de Texas y México; demostró que la monarca empleaba una brújula solar

*Los científicos
han dado pasos
agigantados en
el conocimiento
de la travesía
de la mariposa
monarca.*

Los vectores de vuelo pueden medirse ya sea en el momento de liberar a las monarca en cautiverio o en el momento de observarlas en vuelo.

compensada en el tiempo y datos de la luz del día o bien que obedecía otras claves no solares en terreno abierto. Al llegar a la cordillera de la sierra Madre Oriental de México, las monarca desvían el curso y siguen la cadena montañosa.

Los datos sobre vectores de vuelo son también interesantes de recopilar y analizar. Los ciudadanos interesados pueden registrar estos datos desde cualquier lugar para ejemplares individuales de monarca que encuentren volando a lo alto durante el tiempo en que se encuentren las mariposas en su zona, y documentar así la **fenología** del movimiento direccional y no direccional.

Protocolo

Los vectores de vuelo pueden medirse ya sea en el momento de liberar a las monarca en cautiverio o en el momento de observarlas en vuelo. Los sitios de liberación deben ofrecer acceso despejado para volar en 360 grados, por lo que podría resultar un impedimento para los vuelos en direcciones específicas la presencia de edificios, árboles de gran altura e incluso estacionamientos. Se prevé que las mariposas no migratorias sigan un trayecto de vuelo aleatorio (en todas direcciones), y un vuelo sesgado (en una sola dirección) podría ser indicio de un comportamiento migratorio o de que se está evadiendo un obstáculo de vuelo. Antes de ponerlas en libertad, las mariposas en cautiverio se someten a temperaturas de entre 0 y 4 °C para garantizar que no se registren respuestas de escape sin dirección. Esto puede lograrse con una heladera común, aunque es mejor soltarlas en un día soleado, ya que las mariposas enfriadas pueden calentarse lo suficiente para emprender el vuelo. Enseguida se coloca a las mariposas en una esponja o en cualquier otro tipo de superficie irregular que ofrezca un sustrato en el que éstas puedan enganchar las uñas **tarsales** y evitar así que el viento las vuele prematuramente. Una vez que las mariposas emprenden el vuelo, sus trayectos se registran brújula en mano.

A fin de medir los vectores de las mariposas que ya emprendieron vuelo, los observadores se colocan justamente debajo de la trayectoria de vuelo y observan a la monarca hasta que desaparece. Estas observaciones deben realizarse en zonas despejadas donde el comportamiento de vuelo no se vea alterado por colinas, edificaciones, árboles u otro tipo de obstrucción. La dirección desde el lugar que ocupa el observador hasta el punto en el horizonte en que desaparece la mariposa constituye su vector de vuelo. Regularmente, la mayoría de las mariposas vuelan en la misma dirección general durante la migración y cubren todas las direcciones de la brújula cuando no siguen una ruta de migración.

Sitio en Internet

Programa de investigación *Tactics and Vectors*: <<http://www.erin.utoronto.ca/~w3gibo/>>.

(Aunque este sitio web no se ha actualizado desde finales de los años 1990, ofrece excelente información en torno a la medición de los vectores de vuelo de la monarca.)

8 EVALUACIONES DE LA MONARCA EN LO INDIVIDUAL

Proyecto MonarchHealth

Antecedentes y objetivos

Las mariposas monarca suelen verse infectadas por un **parásito protozoario**: *Ophryocystis elektroscirrha* (Oe) (Altizer, 2001). Inofensivo para el ser humano, este parásito puede inhibir el crecimiento normal y reducir la supervivencia de la larva y el tamaño o masa de la mariposa. El parásito se propaga de la mariposa madre a su descendencia a través de esporas depositadas en los huevos o en las hojas de asclepias que luego ingiere la larva. El parásito Oe viaja a través de la pared abdominal y se reproduce al interior de la larva, y al final abandona el cuerpo de la mariposa adulta. Altizer *et al.* (1997) muestran variaciones radicales en la prevalencia parasitaria en las poblaciones silvestres. La tasa de parasitismo se relaciona de manera inversa con las distancias de migración, y la población migratoria oriental es la que registra los niveles más bajos de parasitismo.

El objetivo del proyecto MonarchHealth estriba en ampliar el conocimiento sobre la manera en que la prevalencia del parásito Oe varía en función del tiempo y el lugar en toda América del Norte. Este proyecto de ciencia ciudadana inició en 2006 (Proyecto MonarchHealth, 2007); los resultados preliminares muestran que 12 por ciento de las monarca recogidas por voluntarios manifestaban infección por Oe. La proporción de mariposas infectadas aumentó con el tiempo en toda la temporada de reproducción. Más datos respaldarán los resultados registrados y permitirán comparar las tasas de infección entre una población y otra y con el paso del tiempo.

En sentido más amplio, el Oe está estrechamente relacionado con el parásito que causa el paludismo en el ser humano. Los estudios de este parásito en la monarca pueden servir para ilustrar de qué manera las actividades humanas, como las fumigaciones para combatir el mosquito portador de paludismo, afectan las tasas de infección. Numerosas enfermedades que afectan al hombre y otros seres vivos se propagan a través de especies migratorias, y este proyecto ayudará a que los investigadores amplíen sus conocimientos en torno a la interacción entre las enfermedades y sus hospederos migratorios.

En México, desde 2003, el Instituto Politécnico Nacional (IPN) lleva a cabo un proyecto similar, orientado a recabar más información sobre la prevalencia de Oe en colonias de invernación y su variación con el tiempo, y a evaluar la flora normal microbiana relacionada con la monarca en invernación. Un segundo estudio consiste en atrapar entre 50 y 60 mariposas durante el invierno y analizar su carga bacteriana. En un acontecimiento de alta mortalidad de monarca, estos análisis permitirán diferenciar las bacterias y los hongos que pertenecen a la flora normal de los que pudieran ser patógenos.

Protocolo

Los participantes en el proyecto MonarchHealth se registran en el sitio web del proyecto y luego reciben por correo los suministros necesarios para realizar el muestreo. Hay estuches de repuesto cuando se agotan los suministros. Los voluntarios pueden atrapar monarca adultas o encontrar larvas en estado silvestre y criarlas hasta la adultez. Para obtener muestras de parásitos utilizan un palillo de algodón (*Q-tip*) con el que obtienen

*El objetivo del
proyecto
MonarchHealth
estriba en
ampliar el
conocimiento
sobre la manera
en que la
prevalencia del
parásito Oe varía
en función del
tiempo y el lugar
en toda América
del Norte.*

Los investigadores especializados en mariposas monarca han utilizado la fisonomía para comprender tanto sus patrones migratorios, como el comportamiento reproductivo en las colonias de invernación.

un frotis del abdomen de la mariposa y recogen las esporas parasitarias; luego envían los frotis en los sobres prerrotulados a la Universidad de Georgia, donde científicos de MonarchHealth analizan las muestras bajo microscopio, envían a los voluntarios los resultados de las muestras obtenidas y los publican en el sitio del proyecto en Internet.

Sitio en Internet

Proyecto MonarchHealth: <<http://www.monarchparasites.org/>>.

Estadísticas demográficas de la mariposa monarca

Antecedentes y objetivos

Es mucho lo que puede aprenderse al comparar la fisonomía y el comportamiento de la monarca en sitios y momentos distintos. Se sabe que con el tiempo sus alas se van desgastando y rompiendo, condición que puede ser un indicador —aunque relativo— de su edad. Si se observa un gran número de mariposas, pero ninguna deposita huevos, puede deducirse que se trata de machos, que son demasiado jóvenes para reproducirse o que todas se encuentran en diapausa reproductiva. Observaciones como éstas sirven a los científicos para aprender más acerca de los aspectos biológicos de la monarca, como la migración y el comportamiento reproductivo.

No existe un programa de monitoreo oficial establecido para concentrar datos sobre las características físicas y conductuales de la monarca. No obstante, el Monarch Lab de la Universidad de Minnesota cuenta con un protocolo estandarizado —descrito en su sitio en Internet—, y los datos que se recojan pueden enviarse allá para su análisis.

Los investigadores especializados en mariposas monarca han utilizado la fisonomía para comprender tanto sus patrones migratorios, como el comportamiento reproductivo en las colonias de invernación. Cockrell *et al.* (1993) compararon el estado de las alas de las primeras mariposas en llegar en primavera a los distintos lugares de la región oriental de Estados Unidos. Casi todas las mariposas estudiadas en una latitud sur por debajo de los 36° presentaban alas muy desgastadas, lo que sugería una edad avanzada. Con base en esta observación y otras pruebas para calcular su edad, se concluyó que pertenecían a la generación de invernación. En cambio, de las primeras monarca observadas por arriba de los 36° de latitud norte, casi todas se encontraban en buenas condiciones, lo cual revelaba una edad joven. Cockrell *et al.* (1993) concluyeron que estas mariposas eran la descendencia de la generación de invernación.

Oberhauser y Frey (1999) y Van Hook (1993) compararon la condición de los machos que se apareaban en las colonias de invernación respecto de los que descansaban “perchados” en los árboles; descubrieron que el peso de los machos en reproducción era menor, sus alas estaban más deterioradas y eran más pequeñas, y presentaban mayor vulnerabilidad a contraer infecciones por protozoario que los machos en reposo. Concluyeron también que los primeros se encontraban en tan mal estado que tenían pocas probabilidades de sobrevivir la migración de primavera y que se reproducían en un intento por transmitir sus genes a la siguiente generación.

En cuanto a las mariposas migratorias atrapadas en Minnesota y Wisconsin en agosto y a principios de septiembre, el tamaño de sus alas era mayor que el de las monarca encontradas en Texas en septiembre y octubre (Borland et al., 2004). Estudios comparativos de la masa de estas mismas mariposas revelaron que las de Texas pesaban más. Muchas de las hipótesis alrededor de estos hallazgos pueden demostrarse experimentalmente: tal vez las mariposas con alas más grandes pueden volar más rápidamente y así llegar antes a Texas, o quizás aquellas que se desarrollan antes consumen algodóncillo de mejor calidad, lo que les permite crecer más. Las diferencias en términos de masa confirman la importancia de las fuentes de néctar en el periodo migratorio de la monarca.

Protocolo

Algunas “estadísticas demográficas” aportan información de gran utilidad sobre las monarca: sexo, masa, medida de las alas de punta a punta, condiciones de las alas y comportamiento.

Identificación del sexo. Es fácil distinguir en las monarca al macho de la hembra: éste presenta una mancha negra en la veta de cada ala trasera, ausente en la hembra, y la terminación del abdomen es diferente en ambos, pues las hembras presentan una tonalidad más oscura y las vetas de sus alas son más anchas.

Masa. Mientras que la masa de una mariposa recién emergida de la crisálida depende de lo que fue su vida en su etapa de larva o crisálida, la masa de las mariposas de más edad puede cambiar en el transcurso de un día, en función de actividades tales como volar, comer y aparearse. La masa también se ve afectada en la edad adulta cuando la mariposa agota la reserva de lípidos acumulada a lo largo de su etapa larvaria; por ello la masa de una mariposa puede proporcionar información sobre su vida adulta. Para pesar a la monarca adulta se requiere una báscula con una precisión cercana a los 0.01 gramos o de preferencia a los 0.001 gramos. Los investigadores usan sobres de papel cristal —a la venta en compañías abastecedoras de material para laboratorios de biología— para sostener a las mariposas y pesarlas. Primero debe pesarse (tararse) el sobre vacío, enseguida se pesa la mariposa en el sobre y luego mediante una resta se determina la masa de la mariposa. Las monarca adultas pesan cerca de 500 miligramos (0.5 g) en promedio.

Medida de las alas. La medida de las alas de punta a punta —de sumo interés porque permanece sin cambios desde el momento en que se convierte en mariposa— está determinada por el tamaño de la larva al transformarse en crisálida. De hecho, las alas brindan información sobre si la monarca tuvo acceso a suficiente alimento en la etapa larvaria. Debe medirse el largo del ala delantera de donde se adhiere al tórax a la punta o ápice. Usar calibradores es la forma más precisa de tomar las medidas, pero bien puede emplearse una pequeña regla transparente que tenga escala en milímetros (mm). En promedio, las alas delanteras de la monarca miden alrededor de 50 milímetros.

Condición de las alas. Todos los insectos lepidópteros pierden escamas a lo largo de la vida. Al tocar las alas de mariposas o polillas puede apreciarse una fina tela de escamas que queda en los dedos. Aun cuando no pierden demasiadas escamas al tacto, las pierden al volar, al intentar aparearse y con el roce de las plantas. Es posible calcular la edad de una monarca al observar cuántas escamas ha perdido. Las condiciones de las alas se evalúan normalmente en una escala de cinco puntos, en donde 1 = a una mariposa recién formada (las alas se encuentran en perfecto estado), 2 = las alas están en muy buenas condiciones (hay poca pérdida de escamas), 3 = algunas áreas no tienen escamas (las alas tienen una ligera apariencia deslustrada), 4 = se observan grandes áreas sin escamas (las alas muestran un aspecto bastante desgastado en comparación con una mariposa nueva) y 5 = falta más de un tercio de las escamas (las alas muestran manchas transparentes).



Ejemplo de evaluación de la condición de las alas. Obsérvense las manchas sin escamas o deslustradas en las alas de esta mariposa. En este caso, la condición de las alas recibe una calificación de 3 en una escala de 1 a 5.



Forma correcta de medir la longitud de las alas delanteras. Con calibradores se mide desde la unión del ala al tórax hasta la punta o ápice.

Comportamiento. El comportamiento de la monarca puede revelar mucho de su estado. Las mariposas que vuelan en línea recta podrían encontrarse en migración, y comportamientos como libar, depositar huevos, aparearse, posarse en un árbol con otras mariposas, volar sin dirección o perseguir otras mariposas también aportan información relevante. Si desea conocer más detalles sobre las observaciones del vuelo de la mariposa, consulte el apartado sobre vectores de vuelo (pp. 45-46). Recoger información en lugares y momentos diferentes puede revelar mucho sobre el ciclo migratorio anual de la mariposa monarca.

Sitio en Internet

Monarch Lab, Universidad de Minnesota: <<http://www.monarchlab.org>>.

9 AGRADECIMIENTOS

La CCA desea agradecer a Karen Oberhauser, de la Universidad de Minnesota y la *Monarch Butterfly Sanctuary Foundation*, por su participación como autora principal y editora de esta guía de monitoreo. Gracias, asimismo, a Rebecca Batalden, de la Universidad de Minnesota, y a Elizabeth Howard, de *Journey North*. Deseamos extender nuestro agradecimiento a todas las personas y organizaciones que han creado, respaldado y mantenido vigentes los programas de monitoreo de la monarca descritos en este documento. Sin sus esfuerzos, mucho de lo que sabemos acerca de la mariposa monarca entrañaría un enigma. También expresamos nuestro reconocimiento a Andy Davis por todos sus esfuerzos para que estos programas estén al alcance de un público extenso. Por último, vaya un agradecimiento para el Departamento del Interior y el Servicio Forestal de los Estados Unidos, así como la Universidad de Minnesota.

10 GLOSARIO

Abdomen.	Región alargada en la parte posterior del cuerpo, que sigue al tórax.
Abiótico.	Pertenciente a la parte no viviente de un ecosistema (clima, temperatura, rocas, etcétera).
Aposemático.	Coloración llamativa que advierte a los predadores de una presa desagradable.
Asclepias.	Género de plantas que suelen conocerse también con los nombres de "algodoncillo" o "venenillo" y que sirven de hospederas de las larvas de monarca. Las monarca se alimentan de diversas plantas del género <i>Asclepias</i> .
Biótico.	Pertenciente a la parte viviente de un ecosistema (plantas, animales, microorganismos, entre otros).
Cardenólidos.	Sustancias tóxicas que afectan gravemente el corazón de los vertebrados. Se relacionan con la dedalera (<i>digitalis</i>), planta medicinal para tratar cardiopatías, aunque resulta altamente tóxica si se consume en grandes dosis. Las plantas de algodoncillo fabrican estas sustancias químicas para evitar ser ingeridas.
Corión.	Envoltura exterior y rígida de los huevos de insectos. En general, el corión es la membrana exterior que envuelve al embrión en desarrollo. En el caso de los reptiles, esta capa está justo al interior del cascarón; en los mamíferos, el corión corresponde a la placenta.
Crisálida.	Conocida también como pupa o ninfa , es la tercera etapa en el curso de la metamorfosis, enseguida de la etapa larvaria.
Diapausa.	Periodo de inactividad entre periodos de actividad.
Eclosión.	Brote de la crisálida.
Espermatóforo.	Saco o cápsula que liberan los machos al aparearse y que contiene esperma y otro tipo de materia, principalmente proteínas.
Excremento.	Residuos sólidos de los insectos.
Exoesqueleto o dermoesqueleto.	Esqueleto rígido externo del cuerpo de un invertebrado (en contraste con el esqueleto interno de los vertebrados) que lo protege y sirve como punto de unión del músculo.
Fase.	Periodo larvario en el proceso de muda. En el crecimiento de la larva de monarca se distinguen cinco fases.
Fenofase.	Etapa de crecimiento en una planta que se repite cada año, como es la floración o el retoño.
Fenología.	Ciencia que estudia los cambios estacionales y sus efectos en el mundo natural.
Filamentos.	Extensiones carnosas y negras en la parte delantera y trasera de la larva de monarca, que funcionan como órganos sensoriales; también conocidos como tentáculos.
Incomible.	Que tiene un sabor extremadamente desagradable.

Larva.	La segunda etapa, después del huevo, en la metamorfosis. Conocida también como "oruga" en mariposas y polillas.
Lípido.	Compuesto orgánico insoluble en agua y a menudo utilizado como reserva de energía en los organismos. Las grasas son lípidos.
Mandíbula.	Fuerte "quijada" en la cabeza de larva.
Morfológico.	Que tiene que ver con las características físicas de un organismo.
Oviposición.	Proceso de poner un huevo.
Oyamel.	Especie de abeto, endémico de las montañas de la región central de México. Actualmente se distribuye en cúspides montañosas a alturas de 2,400 a 3,600 metros.
Parásito.	Organismo que habita un organismo hospedero del que depende para obtener los nutrientes y recursos necesarios para completar su ciclo de vida. Generalmente, el tamaño de los parásitos es menor al de sus hospederos (por ejemplo, la solitaria que habita en los intestinos animales) y no mata a su hospedero directamente, aunque lo puede debilitar y volver más vulnerable a contraer una enfermedad o ser víctima de depredación.
Parasitoide.	Insecto que deposita sus huevos en otras especies de insectos (llamados hospederos). El huevo se incuba al interior del organismo huésped y, al nacer, los parasitoides se alimentan del organismo hospedero hasta ocasionarle la muerte.
Probóscide.	Aparato bucal dispuesto para la succión de néctar y otro tipo de alimento. En el caso de las mariposas monarca, se enrolla en espiral debajo de la cabeza cuando no se utiliza.
Protozoario.	Organismo unicelular, perteneciente al reino Protista.
Punto de fuga.	Dirección en que vuela un organismo, evaluada desde el punto en que se observa el organismo en vuelo hasta el punto en el horizonte en que desaparece o se desvanece.
Repoblación o recolonización.	Crecimiento de una población originado por la reproducción.
Senescencia.	Deterioro con la edad.
Sitio de descanso o escala.	Lugares en que aves y mariposas se detienen a reposar en el curso de la migración y a recargar reservas de energía.
Tarso.	Del segundo al último segmento de patas de un insecto (análogo a los dedos del pie humano). Las mariposas se posan y caminan sobre los tarsos.
Tórax.	Sección media del organismo de un insecto. Las alas (si las hay) y las patas están unidas a este segmento.
Transecto.	Línea o franja estrecha utilizada en estudios ecológicos que permite evaluar la distribución de los organismos.
Transformación en crisálida.	Acto en que la larva se convierte en crisálida.
Vector de vuelo.	Dirección de vuelo que sigue un organismo en una línea relativamente recta.

11 BIBLIOGRAFÍA

- Altizer, S. M., "Migratory behaviour and host-parasite co-evolution in natural populations of monarch butterflies infected with a protozoan parasite", *Evol. Ecol. Res.*, 3, 2001, pp. 611-632.
- Altizer, S. M., K. S. Oberhauser y L.P. Brower, "Host migration and the prevalence of the protozoan parasite, *Ophryocystis elektroscirrha*, in natural populations of adult monarch butterflies", en J. Hoth, L. Merino, K. Oberhauser, I. Pisanty, S. Price y T. Wilkinson (comps.), *Reunión de América del Norte sobre la Mariposa Monarca 1997*, Montreal, Comisión para la Cooperación Ambiental, 1999, pp. 165-176. Disponible en línea, en <<http://www.cec.org/files/PDF/BIODIVERSITY/Monarchs.pdf>>.
- 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. Entom.*, 21, 1996, pp. 107-116.
- Batalden, R., "Possible changes in monarch fall migration detected in Texas", *Monarch Larva Monitoring Project Newsletter*, 7, 2006, p. 3.
- Batalden, R. V., K. S. Oberhauser y A. T. Peterson, "Ecological niches in sequential generations of eastern North American monarch butterflies: The ecology of migration and likely climate change implications", *Ecol. Entomol.*, 36, 2007, pp. 1365-1373.
- Boggs, C. L. y L. Gilbert, "Male contribution to egg production in butterflies: Evidence for transfer of nutrients at mating", *Science*, 206, 1979, pp. 83-84.
- Borkin, S. S., "Notes on shifting distribution patterns and survival of immature *Danaus plexippus* (Lepidoptera: Danaidae) on the food plant *Asclepias syriaca*", *Great Lakes Entomol.*, 15, 1982, pp. 199-206.
- Borland, J., C. C. Johnson, T. W. Crumpton III, M. Thomas, S. M. Altizer y K. S. Oberhauser, "Characteristics of fall migratory monarch butterflies, *Danaus plexippus*, in Minnesota and Texas", en K. S. Oberhauser y M. J. Solensky (comps.), *Monarch Butterfly Biology and Conservation*, Cornell University Press, Ithaca, Nueva York, 2004, pp. 97-104.
- 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., 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", *Cons. Biol.*, 15, 2002, pp. 346-359.

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.P. Nabhan (comp.), *Conserving migratory pollinators and nectar corridors in western North America*, University of Arizona Press, Tucson, Arizona, 2004, pp. 144-166.

Calvert, W. H., "Patterns in the spatial and temporal use of Texas milkweeds (*Asclepiadaceae*) by the monarch butterfly (*Danaus plexippus* L.) during fall, 1996", *J. Lepid. Soc.*, 53, 1999, pp. 37-44.

Calvert, W. H., "Monarch butterfly (*Danaus plexippus* L., *Nymphalidae*) fall migration: Flight behavior and direction in relation to celestial and physiographic cues", *J. Lepid. Soc.*, 55, 2001, pp. 162-168.

CCA, *Plan de América del Norte para la conservación de la mariposa monarca*, Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal, 2008, en <http://www.cec.org/pubs_docs/documents/index.cfm?varlan=ESPAÑOL&ID=2300>.

Cockrell, B. J., S. B. Malcolm y L. P. Brower, "Time, temperature and latitudinal constraints on the annual recolonization of eastern North America by the monarch butterfly", 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, 1993, pp. 233-251.

Crewe, T. L., J. D. McCracken y D. Lepage, *Population trend analysis of monarch butterflies using daily counts during fall migration at Long Point, Ontario, Canada (1995–2006)*, Servicio de Pesca y Vida Silvestre de Estados Unidos, julio de 2007.

Davis, A. K. y M. S. Garland, "Stopover ecology of monarchs in Coastal Virginia: Using ornithological techniques to study monarch migration", en K. S. Oberhauser y M. J. Solensky (comps.), *The monarch butterfly: Biology and conservation*, Cornell University Press, Ithaca, Nueva York, 2004, pp. 89-96.

Droege, S., "Just because you paid them doesn't mean their data are better", Actas de la Citizen Science Toolkit Conference, Cornell Laboratory of Ornithology, 2007, en <www.birds.cornell.edu/citscitoolkit/conference/proceeding-pdfs/> (consultada el 15 de enero de 2008).

Frey, D. F., S. L. Hamilton y J.W. Scott, "Andrew Molera State Park Cooper Grove Management Plan", documento preparado para el Departamento de Parques y Recreación de California, Monterey, CA, 2003.

Frey D. F., S. L. Hamilton, S. Stevens, J. W. Scott y J. Griffiths, "Monarch butterfly population dynamics in Western North America—Emphasis on Monterey and San Luis Obispo Counties", Informe 2002-2003 preparado para Helen Johnson, 2003.

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.

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.

Garland, M. S. y A. K. Davis, "An examination of monarch butterfly (*Danaus plexippus*) autumn migration in coastal Virginia", *Amer. Midl. Natur.*, 147, 2002, pp. 170-174.

Gibbs, D., R. Walton, L. P. 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. Entomol. 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, 2002, pp. 674-685.

Griffiths, J. L., "Micro-climate parameters associated with three overwintering monarch butterfly habitats in central California: A four-year study", Informe técnico número 37 preparado por la Sociedad de Vida Silvestre de Ventana para el Departamento de Parques y Recreación de California, Big Sur, CA, 2006.

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.

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. Linnean Soc.*, 68, 1999, pp. 531-556.

Leong, K. L., "Microenvironmental factors associated with winter habitat of monarch butterfly (*Lepidoptera: Danaidae*) in central California", *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 83, 1990, pp. 906-910.

Leong, K., D. Frey, G. Brenner, S. Baker y D. Fox, "Use of multivariate analyses to characterize the monarch butterfly (*Lepidoptera: Danaidae*) winter habitat", *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 84, 1991, pp. 263-267.

Leong, K. L. H., 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. 177-182.

Lynch, S. P. y R. A. Martin, "Milkweed host plant utilization and cardenolide sequestration by monarch butterflies in Louisiana and Texas", en S. B. Malcom y M. P. Zalucki (comps.), *Biology and conservation of the monarch butterfly*, publicaciones del Museo de Historia Natural del Condado de Los Ángeles, Los Ángeles, 1993, pp. 107-123.

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.

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", *Enviro. Entomol.*, 33, 2004, pp. 249-256.

Monarch Larva Monitoring Project, sitio en Internet: <<http://www.mlmp.org>> (consultado en noviembre de 2007).

Monarch Watch, sitio en Internet: <<http://www.monarchwatch.org>> (consultado en noviembre de 2007).

- North American Butterfly Association (Asociación de Mariposas de América del Norte), sitio en Internet: <<http://www.naba.org>> (consultado en noviembre de 2007).
- Oberhauser, K. S., "Fecundity, lifespan and egg mass in butterflies: Effects of male-derived nutrients and female size", *Ecol. Entomol.*, 11, 1997, pp. 166-175.
- Oberhauser, K. S., "Modeling the distribution and abundance of monarch butterflies", en K. S. Oberhauser y M. J. Solensky (comps.), *Monarch butterfly biology and conservation*, Cornell University Press, Ithaca, Nueva York, 2004, pp. 199-202.
- Oberhauser, K.S. y D. Frey. "Coerced mating in monarch butterflies", en J. Hoth, L. Merino, K. Oberhauser, I. Pisanty, S. Price y T. Wilkinson (comps.), *Reunión de América del Norte sobre la Mariposa Monarca 1997*, Montreal, Comisión para la Cooperación Ambiental, 1999, pp. 79-87. Disponible en línea, en <<http://www.cec.org/files/PDF/BIODIVERSITY/Monarchs.pdf>>.
- Oberhauser, K. S., I. Gebhard, C. Cameron y S. Oberhauser, "Parasitism of monarch butterflies (*Danaus plexippus*) by *Lespesia archipivora* (Diptera: Tachinidae)", *Amer. Midl. Natur.*, 157, 2007, pp. 312-328.
- Oberhauser, K. S. y R. Hampton, "The relationship between mating and oogenesis in monarch butterflies (*Lepidoptera: Danainae*)", *J. Ins. Behav.*, 8, 1995, pp. 701-713.
- 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. y M. D. Prysby, "Citizen science: Creating a research army for conservation", *Amer. Entomol.*, 2008 (en preparación).
- Oberhauser, K. S., M. D. Prysby, H. R. Mattila, D. E. Stanley Horn, M. K. Sears, G. Dively, E. Olson, J. M. Pleasants, F. Lam 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.
- Pérez, S. M. y O. R. Taylor, "Monarch butterflies' migratory behavior persists despite changes in environmental conditions", en K. S. Oberhauser y M. J. Solensky (comps.), *Monarch butterfly biology and conservation*, Cornell University Press, Ithaca, Nueva York, 2004, pp. 85-88.
- Pollard, E., "A method for assessing changes in the abundance of butterflies", *Biol. Conserv.*, 12, 1977, pp. 115-134.
- Pollard, E., "Monitoring butterfly numbers", en Barrie Goldsmith (comp.), *Monitoring for conservation and ecology*, Chapman and Hall, Inc., Nueva York, N. Y., 1991, p. 288.
- Pollard, E. y T. J. Yates, *Monitoring butterflies for ecology and conservation*, Chapman and Hall, Inc., Nueva York, 1993, p. 274.
- Proyecto MonarchHealth, sitio en Internet: <<http://www.monarchparasites.org>> (consultado en noviembre de 2007).
- 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. 27-28.

Prysby, M. D. y K. S. Oberhauser, "Large-scale monitoring of larval monarch populations and milkweed habitat in North America", en J. Hoth, L. Merino, K. Oberhauser, I. Pisanty, S. Price y T. Wilkinson (comps.), *Reunión de América del Norte sobre la Mariposa Monarca 1997*, Montreal, Comisión para la Cooperación Ambiental, 1999, pp. 379-383. Disponible en línea, en <<http://www.cec.org/files/PDF/BIODIVERSITY/Monarchs.pdf>>.

Prysby, M. D. y K. S. Oberhauser, "Temporal and geographic variation in monarch densities: Citizen scientists document monarch population patterns", en K. S. Oberhauser y M. J. Solensky (comps.), *Monarch butterfly biology and conservation*, Cornell University Press, Ithaca, Nueva York, 2004, pp. 9-20.

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

Rendón, E. y C. Galindo Leal, *Reporte preliminar del monitoreo de las colonias de hibernación de la mariposa monarca*, Reporte WWF, México, 2005, 9 pp., <<http://www.wwf.org.mx>>.

Rendón, E., G. Ramírez, J. Pérez y C. Galindo Leal (comps.), *Memorias del Tercer Foro Mariposa Monarca*, 2006, México, 2007, 88 pp.

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*, Reporte WWF, México, 2006a, 6 pp., <<http://www.wwf.org.mx>>.

Rendón Salinas, E., A. Valera Bermejo, Ramírez Galindo, J. Pérez Ojeda y C. Galindo Leal (comps.), *Memorias del Segundo Foro Regional Mariposa Monarca*, México, 2006b, 102 pp.

Rogg, K. A., O. R. Taylor y D. L. Gibo, "Mark and recapture during the monarch migration: A preliminary analysis", en J. Hoth, L. Merino, K. Oberhauser, I. Pisanty, S. Price y T. Wilkinson (comps.), *Reunión de América del Norte sobre la Mariposa Monarca 1997*, Montreal, Comisión para la Cooperación Ambiental, 1999, pp. 133-138. Disponible en línea, en <<http://www.cec.org/files/PDF/BIODIVERSITY/Monarchs.pdf>>.

Swengel, A. B., "Monitoring butterfly populations using the Fourth of July Butterfly Count", *Amer. Midl. Natur.*, 124, 1990, pp. 395-406.

Swengel, A. B., "Population fluctuations of the monarch butterfly (*Danaus plexippus*) in the 4th of July Butterfly Count 1977-1994", *Amer. Midl. Natur.*, 134, 1995, pp. 205-214.

Swengel, A. B., "NABA Butterfly Count, Column 1: Subregions of eastern monarchs", *Amer. Butterflies*, otoño-invierno de 2006, 2006, 54 pp.

Urquhart, F. A., "Found at last: The monarch's winter home", *Nat. Geog.*, 150, 1976, pp. 161-173.

Urquhart, F. A., *The monarch butterfly: International traveler*, Nelson-Hall, Chicago, 1987.

Urquhart, F. A. y N. R. Urquhart, "Overwintering areas and migratory routes of the monarch butterfly (*Danaus p. plexippus*, *Lepidoptera: Danaidae*) in North America, with special reference to the western population", *Can. Entomol.*, 109, 1977, pp. 1583-1589.

- Urquhart, F. A. y N. R. Urquhart, "Autumnal migration routes of the eastern population of the monarch butterfly (*Danaus p. plexippus* L.; *Danaidae*: *Lepidoptera*) in North America to the overwintering site in the Neovolcanic Plateau of Mexico", *Can. J. Zool.*, 56, 1978, pp. 1759-1764.
- Van Hook, T., "Non-random mating in monarch butterflies overwintering in Mexico", 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, 1993, pp. 49-60.
- Ventana Wildlife Society (Sociedad de Vida Silvestre de Ventana), sitio en Internet: <<http://www.ventanaws.org/conservation/monarchs.htm>> (consultado en marzo de 2008).
- Walton, R. K. y L. P. Brower, "Monitoring the fall migration of the monarch butterfly *Danaus plexippus* L. (*Nymphalidae*: *Danaidae*) in eastern North America: 1991-1994", *J. Lepid. Soc.*, 50, 1996, pp. 1-10.
- Walton, R. K., L. P. Brower y A. K. Davis, "Long-term monitoring and fall migration patterns of the monarch butterfly in Cape May, New Jersey", *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 98, 2005, pp. 682-689.
- Woodson, R. E., "The North American species of *Asclepias*", *Ann. Miss. Botan. Gardens*, 1954.
- York, H. y K. S. Oberhauser, "Effects of temperature stress on monarch (*Danaus plexippus* L.) development", *J. Kans. Entomol. Soc.*, 75, 2002, pp. 290-298.
- Zalucki, M. P., "Temperature and rate of development in *Danaus plexippus* L. and *D. chrysippus* L. (*Lepidoptera*: *Nymphalidae*)", *J. Austral. Entomol. Soc.*, 21, 1982, pp. 241-246.
- Zalucki, M. P., L. P. Brower y A. Alonso, "Detrimental effects of latex and cardiac glycosides on survival and growth of first-instar monarch butterfly larvae *Danaus plexippus* feeding on the sandhill milkweed *Asclepias humistrata*", *Ecol. Entomol.*, 26, 2001, pp. 212-224.
- Zalucki, M. P. y A. R. Clarke, "Monarchs across the Pacific: the Columbus hypothesis revisited", *Biol. J. Linnean Soc.*, 82, 2004, pp. 111-121.
- Zalucki, M. P. y R. L. Kitching, "Temporal and spatial variation of mortality in field populations of *Danaus plexippus* L. and *D. chrysippus* L. larvae (*Lepidoptera*: *Nymphalidae*)", *Oecologia*, 53, 1982, pp. 201-207.
- Zalucki, M. y W. Rochester, "Estimating the effect of climate on the distribution and abundance of *Danaus plexippus*: A tale of two continents", en J. Hoth, L. Merino, K. Oberhauser, I. Pisanty, S. Price y T. Wilkinson (comps.), *Reunión de América del Norte sobre la Mariposa Monarca 1997*, Montreal, Comisión para la Cooperación Ambiental, 1999, pp. 151-163. Disponible en línea, en <<http://www.cec.org/files/PDF/BIODIVERSITY/Monarchs.pdf>>.
- Zalucki, M. y W. Rochester, "Spatial and temporal population dynamics of monarchs down-under: Lessons for North America", en K. S. Oberhauser y M. J. Solensky (comps.), *Monarch butterfly biology and conservation*, Cornell University Press, Ithaca, Nueva York, 2004, pp. 219-228.

Créditos

- p. 7 Michelle Solensky
- p. 8 Mary Holland / Karen Oberhauser / Karen Oberhauser
- p. 9 Monarch Larva Monitoring Project / Jim Gallion
- p. 9 1) Barbara Powers, 2) Karen Oberhauser,
3) Bruce Leventhal, 4) Bruce Leventhal
- p. 12 Reba Batalden
- p. 17 Karen Oberhauser
- p. 19 a) Carol Cullar, b) Karen Oberhauser, c) Jeff McMillian y d) cortesía de Almost Eden
- p. 24 Sherry Skipper Spurgeon
- p. 31 US National Park Service
- pp. 35, 36 y 37 Cortesía de Ventana Wilderness Society
- p. 39 Janet Ekstrum
- p. 42 Carol Cullars
- p. 49 Karen Oberhauser (arriba) y cortesía de Monarchs in the Classroom (abajo)

