

# La monarca del vuelo

ROBERTO G. DE LA MAZA ELV RA

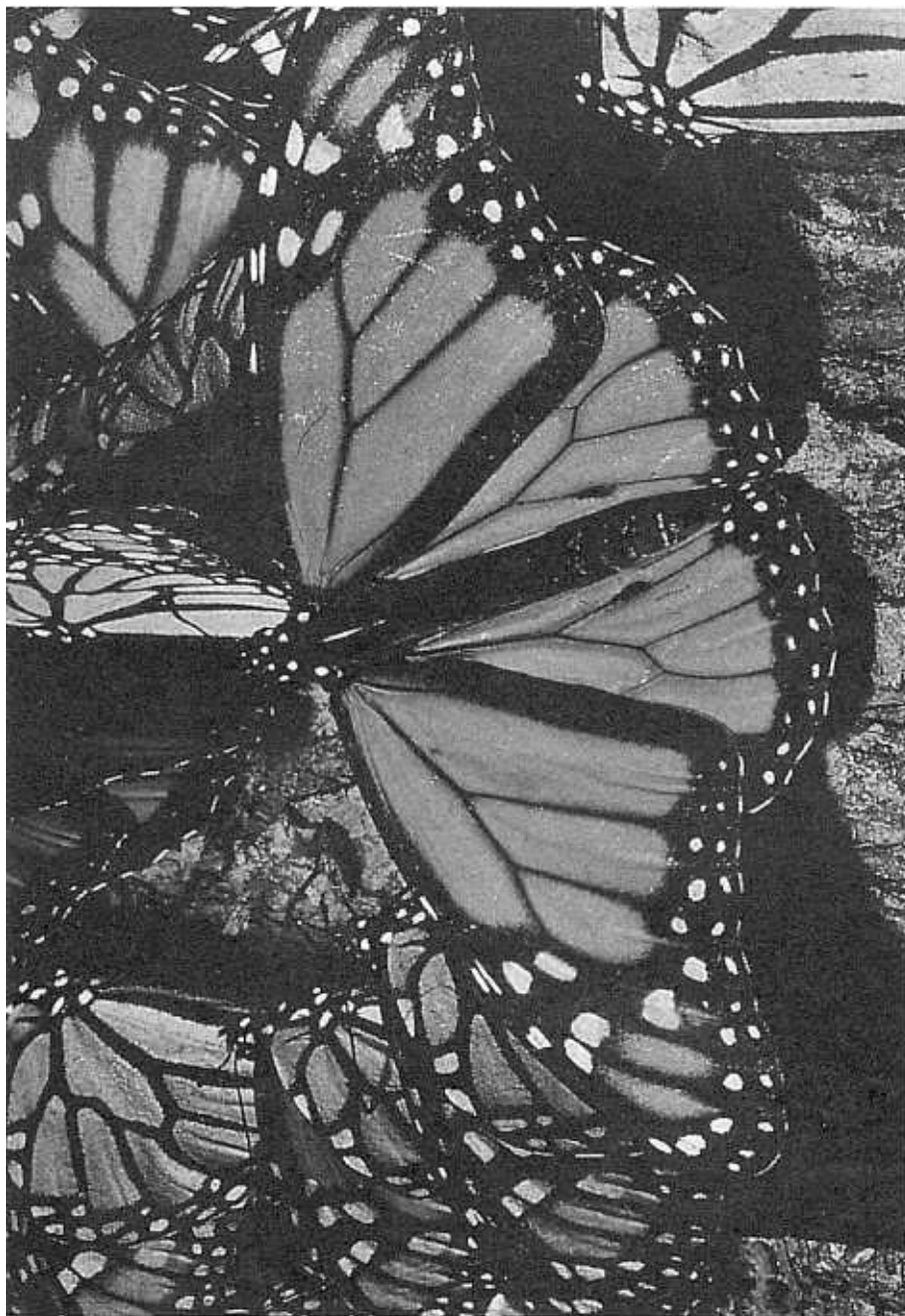


Foto: Marcus Schneck

**E**n todos los seres vivos existen mecanismos que les permiten movilizarse de los sitios en donde se originaron, con el fin de alimentarse, reproducirse, protegerse o dispersarse. Los movimientos de dispersión llevan a las especies a ampliar su rango de distribución y a evitar la competencia entre los individuos que las componen; suelen incrementarse cuando las poblaciones saturan las posibilidades de sobrevivencia que existen en un lugar dado<sup>30</sup>.

La mariposa monarca presenta una capacidad de dispersión muy grande, pudiendo desplazarse hasta 120 kilómetros en un día<sup>58</sup>. Además, su larga vida, su amplio índice de tolerancia a muy diversos ambientes abiertos y su capacidad para vivir entre el nivel del mar y 2 700 metros de altitud, la convierten en una especie exitosa que, a partir de una amplia distribución —originalmente cubría casi toda América, desde Canadá hasta Argentina— ha conquistado otros territorios con el tiempo.

Quizás el ejemplo más ilustrativo de la capacidad dispersora de *Danaus plexippus* sean las observaciones realizadas en Inglaterra<sup>30</sup> —país de añeja tradición en lo que al estudio y monitoreo de las mariposas se refiere—, en donde la especie no existía naturalmente.

El primer registro de la monarca del que los ingleses tienen memoria corresponde al año de 1876. Para 1944 ya existían evidencias acumuladas de la observación de 157 ejemplares, 62 de los cuales habían sido capturados. Ya que las condiciones ambientales de las Islas Británicas no permiten el establecimiento de este insecto, durante muchos años se especuló si la mariposa podría dispersarse activamente y atravesar el Atlántico norte hasta alcanzar Europa. Esta hipótesis perdió gran parte de su valor debido a que existen poblaciones de monarca establecidas en las islas Canarias y Azores,



y a pesar de ello no se conocen registros de África; sólo ha sido encontrada seis veces en Europa continental, dos en Francia y cuatro en la Península Ibérica. Si el mecanismo de ingreso fuera simplemente por dispersión activa, debería haber más monarcas en las tierras templadas del sur, hacia el Mediterráneo, que en la fría Inglaterra.

La presencia de tan alto número de monarcas inglesas fue un misterio hasta que se descubrió que *Danaus plexippus* podía atravesar el océano en barco. Esto se comprobó gracias a un capitán de navío (aficionado al estudio de las mariposas) quien presentó evidencias de que las monarcas son atraídas por los barcos que transportan papas, o incluso por las pequeñas cantidades almacenadas para alimento durante las travesías<sup>30</sup>. De esta manera, muchas monarcas llegan a Inglaterra y abandonan el barco cuando la carga es bajada en los muelles. Reforzando lo anterior, existen registros de captura de algunos ejemplares sobre la cubierta de un vapor que se dirigía de Estados Unidos a Glasgow, Escocia, cuando se encontraba a sólo 300 millas náuticas de las costas británicas. Además, en el año de 1941 se registró

la presencia de una monarca en el Atlántico, a 800 millas náuticas de la costa más cercana, sobrevolando en círculos el navío de guerra H.M.S. *Abelia*.

En México se conoce un caso similar<sup>65</sup> ocurrido en 1981 en Tampico, Tamaulipas, cuando una mariposa monarca empezó a volar cíclicamente sobre el mástil anaranjado de un barco-draga de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes que era transportado a Ciudad del Carmen, Campeche. Cuando el tiempo estaba calmo, la monarca rodeaba al barco en círculos de más de cien metros de radio y ocasionalmente se detenía en el mástil; cuando el viento arreciaba trazaba círculos muy cortos alrededor del mismo y permanecía perchada en las rachas más fuertes; y cuando el viento era decididamente fuerte, o por las noches, permanecía perchada en el mástil. Después de varios días de travesía, la mariposa abandonó su transporte en los muelles de Ciudad del Carmen, a 1 150 kilómetros de distancia del punto donde lo tomó.

Amén de tener una alta capacidad de dispersión activa, *Danaus plexippus* puede combinar factores que, con ayuda de las actividades del hombre,

han eficientizado sus posibilidades de distribución natural en forma pasiva. Así, a partir de una introducción originada por ejemplares procedentes de Norteamérica y propiciada por el movimiento náutico, esta especie alcanzó Australia en el año de 1870<sup>12</sup>, y de allí ha iniciado la conquista de Nueva Guinea, Sulawesi, las islas Molucas, el archipiélago de las Filipinas y la isla Cocos. Podemos suponer que las colonias establecidas en las islas Canarias y Azores tienen un origen similar.

### Formas de migración

Se considera un fenómeno migratorio cuando una especie de mariposa realiza movimientos periódicos y más o menos exactos, que pueden ser verificados año con año en una época determinada. Los movimientos migratorios están promovidos por factores climáticos muy específicos, como el inicio de la temporada de sequía, o bien el descenso de la temperatura invernal. Otra característica diferencial de estas especies contra las que simplemente se dispersan, es que el movimiento está encaminado a buscar un sitio propicio en donde pasar y sobrevivir la temporada de condiciones adversas. De esta forma, existen patrones perfectamente definidos de ocupación, de acuerdo con los que las mariposas migratorias buscan especialmente regiones, cañadas o laderas protegidas de los vientos dominantes y prefieren ubicarse en la vertiente opuesta a la dirección de ingreso de las masas de aire polar<sup>47</sup>.

La migración puede finalizar en forma difusa. Esto ocurre cuando las mariposas simplemente se mueven hacia territorios con características climáticas más benignas y después se dispersan en ellos, como lo hacen *Aphrissa statira*, *Eunica monima*, *Marpesia petreus* y *Marpesia chiron*, especies que pasan sobrevolando el altiplano entre los meses de julio y agosto con dirección hacia el este, y cuyo destino, posi-

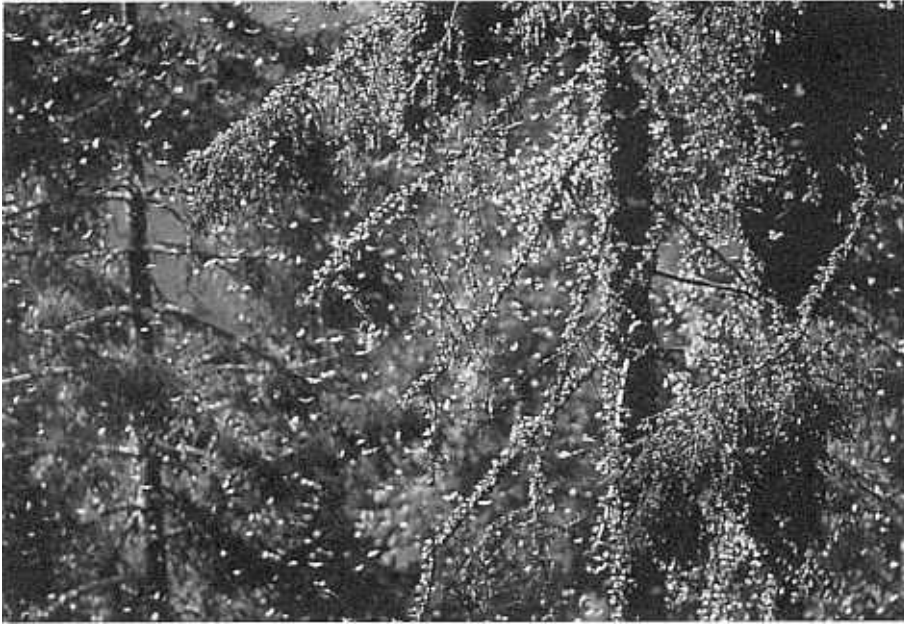


Foto: Fulvio Eccardi

blemente, sean las costas del golfo de México.

Quizás la más importante de las especies migratorias con destino difuso sea la Ninfálino *Cynthia cardui*, denominada en inglés *dama pintada*. Esta especie hiberna en las sierras de México y Guatemala y en los Montes Atlas del norte de África. A partir de estos dos centros difusos de hibernación se distribuye en primavera y verano hacia Canadá y Alaska, en América; hacia Islandia, Escandinavia y Rusia, en Europa; hacia el norte del Cáucaso y los Himalaya en Asia, y hacia África del sur<sup>50</sup>.

La otra forma de culminar una migración es la congregativa. En este caso, los individuos de las especies involucradas forman densas colonias de hibernación que les otorgan medios de defensa común ante las características especiales del clima, depredación y otros factores existentes en los refugios invernales.

Este segundo tipo de migración, que ocurre en el caso de la monarca, se ha registrado con otras especies de mariposas mexicanas. Así, el Licénido *Eumaeus debora* se congrega en algunas cañadas de la Sierra Madre Oriental a pasar el invierno. El coloburino *Smyrna karwinskii*, que tiene un fuerte

movimiento migratorio en el mes de septiembre, se congrega en cuevas y grietas de los cantiles de las montañas entre México y El Salvador<sup>45</sup>. También se han observado congregaciones invernales en las poblaciones de Helicónidos, como las de *Heliconius charitonia* en las inmediaciones de San Nicolás Tolentino y en otras áreas de la cuenca del Río Balsas, en el estado de México.

#### La monarca y sus rutas

El impresionante mecanismo de desplazamiento y congregación que presenta la población norteamericana de la mariposa monarca, *Danaus plexippus plexippus*, es quizás uno de los factores que más han contribuido para la admiración y popularidad de que goza en los tres países que conforman su área de distribución.

Aparentemente este mecanismo es una característica primitiva dentro del grupo de los danainos pues se ha registrado, aunque en proporciones más modestas, en *Anetia briarea* en la isla de Haití<sup>47</sup>, y en 9 de las 18 especies pertenecientes a los géneros *Euploea*, *Parantica*, *Radena*, *Ideopsis*, *Danaus*, *Tirumala* y *Salatura* que habitan en Taiwán<sup>62</sup>.

Entre los factores que parecen desencadenar este movimiento en *Danaus plexippus plexippus* podemos mencionar: La reducción del periodo de duración de la luz solar en las latitudes septentrionales, situación que se empieza a hacer patente a partir del mes de septiembre, y la progresiva presencia de las masas de aire polar que abaten drásticamente la temperatura en su rango de distribución al este de las montañas Rocallosas, en Canadá y Estados Unidos, impidiendo el crecimiento de la planta de alimentación larval.

Aparentemente, las condiciones de temperatura, 25° C, y la duración del día en el verano de la América Septentrional, entre 15 y 16 horas, optimizan la maduración de los órganos sexuales de la mariposa monarca<sup>34</sup>. Al decaer estas condiciones, los adultos eclosionados en los meses de agosto y septiembre sufren un retraso en su capacidad reproductiva, aunado al decremento de la temperatura que, de permanecer en su hábitat estival, abatiría su capacidad vital, toda vez que no poseen control interno de su temperatura corporal. Además, los recursos alimenticios del área sufren un periodo de crisis total, pues las plantas de cuyas flores dependen las monarcas, empiezan a entrar en letargo invernal, por lo que no hay néctar disponible por seis o siete meses. En la medida que se acerca el invierno, las poblaciones de la mariposa monarca empiezan a retirarse hacia el sur y a definir tres rutas migratorias.

Las que ocupan el oeste de las montañas Rocallosas realizan un viaje relativamente corto, ubicando sus congregaciones en el estado de California, como en Pacific Grove, en la península de Monterrey<sup>32</sup> y Natural Bridges, cerca de Santa Cruz, con su límite sur en el condado de Marín, cerca de San Diego<sup>29</sup>. Las monarcas en Pacific Grove son recibidas con un festival que organiza todo el pueblo y están

protegidas por las leyes locales. Además, la Universidad de California y la Cámara de Comercio de Ventura organizan excursiones ecoturísticas a los sitios de hibernación.

La segunda ruta se origina entre el este de las Rocallosas y los Grandes Lagos. Los ejemplares se mueven hacia el suroeste a partir de fines de septiembre, ingresando a México por el norte de Tamaulipas, Nuevo León y este de Coahuila<sup>25</sup>. La corriente más importante penetra la Sierra Madre Oriental a la altura de Ciudad Victoria y busca el hiato de montañas bajas que existe entre la Sierra de Álvarez, en San Luis Potosí y San Luis de la Paz en Querétaro, por donde ingresan hacia el Altiplano a partir de la segunda quincena de octubre. Una vez sobre el altiplano, la ruta fluye hacia el suroeste, acercándose hacia Amealco, Querétaro; en los primeros días de noviembre se les puede ver bebiendo agua, en cantidades enormes, en Puente Andaró, cerca de Temascalcingo. Entre la primera y la tercera semanas de noviembre, las monarcas empiezan a agruparse en minúsculas colonias alrededor de los sitios de hibernación, acercándose paulatinamente desde Bosencheve, el Oro, Atlacomulco, San Felipe del Progreso y otras localidades que se encuentran en el estado de Michoacán.

La tercera ruta, que el doctor Urquhart ha denominado "aberrante"<sup>58</sup>, es utilizada por las poblaciones que viven entre los Grandes Lagos y la costa del Atlántico, y cuyo destino de hibernación continúa siendo un misterio. Esta ruta vuela en dirección casi norte-sur, pasando por las Carolinas hacia Florida, de donde ingresa en el Golfo y se dirige a Cuba. Después de su estancia en la isla caribeña existe una gran confusión, que deberá ser aclarada en el futuro.

Con respecto a esta tercera ruta migratoria, en México se cuenta con información aislada, y a veces contradic-

toria, que no permite resolver el misterio pero ofrece tres posibilidades de solución:

En el estado de Oaxaca se reporta movimientos migratorios de monarca, entre el 28 y 30 de octubre de 1977<sup>22</sup>. En el primer caso, las monarcas remontaban el sistema montañoso Poblano-Oaxaqueño, conocido localmente como Sierra de Juárez. Al sur de esta sierra se han recabado datos entre los campesinos de una región denominada Pápalo, quienes dicen que en esas montañas se juntan millones de mariposas durante el invierno<sup>66</sup>. Aunque no se ha podido comprobar, la posibilidad de un refugio en Pápalo no care-

ce de lógica, ya que los valles localizados recientemente en Taiwán: Lu-kwea, Tai-wu y Da-wu significan, en dos casos "Valle de las Mariposas", y "Valle de las Mariposas Púrpura" en otro<sup>63</sup>; y "Pápalo" parece derivar de la palabra náhuatl papalotl (mariposa), tal vez por asociación toponímica con un fenómeno de mariposas.

También en Oaxaca las monarcas fueron observadas migrando en cantidades de 150-200 ejemplares por hora, en Miahuatlán y Candelaria Loxicha, volando con rumbo este-sureste. Este último dato podría ser importante, pues a partir de la última localidad mencionada, las monarcas entrarían



Foto: Fulvio Eccardi

## UBICACIÓN TAXONÓMICA DE LA MARIPOSA MONARCA

La monarca pertenece al orden de los Lepidópteros; se inserta en el suborden denominado Ropalóceros, que presenta un cuerpo quitinoso y antenas con un mazo terminal y es parte de la familia Nymphalidae, que se caracteriza porque sus crisálidas se fijan únicamente por el cremáster, en la región distal del abdomen, colgando con la cabeza hacia abajo; además, el par anterior de patas de los adultos muestra una tendencia al atrofiamiento.

La monarca, finalmente, pertenece a la subfamilia Danainae, que está formada por 157 especies. En el continente americano sólo está representada por 14 especies; y de éstas, 11 pertenecientes a tres géneros se encuentran en el hemisferio norte, entre Costa Rica y Canadá, incluyendo también la región antillana.

El género *Danaus* se encuentra ampliamente distribuido en América, Asia, África e Indoaustralia, ocasionalmente se ha registrado en Europa. Sus especies tienen preferencia por los espacios abiertos y muy soleados: sabanas, cauces de ríos amplios, praderas, áreas agrícolas, etcétera; en general aprovechan la vegetación secundaria y los hábitat alterados, por lo que tienen muy amplia distribución y entran en fase de expansión cuando se destruyen las superficies boscosas<sup>20</sup>. En México el género *Danaus* está representado por tres especies que se incorporan al patrón mimético "naranja"<sup>46</sup> (*Danaus eresimus*, *D. gilippus* y *D. plexippus*). Las plantas de alimentación larval de este género involucran varias Asclepiadáceas y Apocináceas, que les permiten asimilar principios químicos tóxicos que las protegen contra muchos depredadores vertebrados.

La mariposa monarca (*Danaus plexippus*) es una especie con un rango de distribución muy amplia; se encuentra establecida en Australia, Nueva Guinea, Sulawesi, las islas Molucas, el archipiélago de las Filipinas, la isla Cocos<sup>27</sup>, las islas Canarias y las Azores<sup>35</sup>. La monarca ocasionalmente se ha registrado en Europa occidental: Portugal, España, Francia<sup>35</sup> e Inglaterra<sup>30</sup>, sin constancia de establecimiento. Sólo parece no existir en África y en Asia continental.

Trataremos de definir la identidad exacta de la población denominada *Danaus plexippus* por Karl Linneo en 1758. De acuerdo con el *Catálogo de Mariposas de América al norte de México*<sup>43</sup>, corresponde a una población cuya localidad tipo<sup>72</sup> está restringida a Pensilvania, Estados Unidos, lo que concuerda con la población migratoria que se refugia en la zona limítrofe del estado de México y Michoacán. Vale aclarar que, por existir otras poblaciones subespecíficas como *Danaus plexippus megalippe*, *Danaus plexippus portoricensis*, etcétera, la forma migratoria de América del Norte deberá ser nombrada *Danaus plexippus plexippus*, para evitar confusiones.

Ahora bien, ¿cuántas poblaciones de mariposas con un aspecto aparentemente idéntico, o muy similar, se pueden encontrar en nuestro país? Se han encontrado evidencias de poblaciones establecidas en varios estados del país, entre ellos Morelos<sup>16</sup>, México<sup>26</sup>, Guerrero<sup>60</sup>, Distrito Federal, Chiapas y San Luis Potosí<sup>20</sup>. En estos lugares existen varias generaciones de monarcas a lo largo del año.

Comparando los ejemplares establecidos en México con los migratorios procedentes de Canadá y Estados Unidos, podemos identificar las siguientes diferencias morfológicas:

1. Los ejemplares establecidos son ligeramente más pequeños que los migratorios.
2. El borde de las alas de los ejemplares migratorios es más ondulado.
3. La población establecida tiende a perder la fila interna de manchitas blancas ubicada en el margen negro del ala posterior.
4. Los ejemplares migratorios presentan una enorme reserva de grasa que mancha sus alas poco después de muertos, situación que no ocurre en los establecidos, y que implica un funcionamiento metabólico diferente entre ambas poblaciones.

Así, existen dos entidades pertenecientes a la monarca interactuando en el país y en la zona de hibernación: *Danaus plexippus plexippus*—nombre que corresponde a la forma migratoria— y *Danaus plexippus curassavicae*, designación que parece corresponder a la establecida<sup>73</sup>. Excepto en el *Catálogo Sistemático y Zoogeográfico de los Lepidópteros Mexicanos*<sup>36</sup>, que registra el nombre *Curassavicae* para la población mexicana de monarca, en el resto de la literatura consultada no se distingue entre ambas poblaciones.

Aunque las dos subespecies parecen sobrelaparse en el centro de México, e incluso en el área de hibernación, existe una serie de mecanismos que las separan en forma eficiente, dificultando su hibridación. Las subespecies no migratorias de monarca que se encuentran establecidas en la América tropical parecen realizar pequeños movimientos altitudinales buscando permanecer en un rango climático similar durante las etapas cálida y fría del año<sup>74</sup>. De esta forma, *Danaus plexippus curassavicae* parece ocupar el Altiplano y las montañas del centro de México en altitudes entre 2 000 y 2 700 metros durante primavera y verano. Para el otoño, nuestra subespecie establecida inicia un descenso para ubicarse por debajo de los 1 700 metros de altitud.

Cuando entra el invierno y se forman las colonias de refugio de *Danaus plexippus plexippus*, entre 2 700 y 3 100 metros de altitud, las poblaciones establecidas de *Danaus plexippus curassavicae* ya han abandonado las tierras altas y se han ubicado en la Cuenca del Río Balsas, entre mil y 1 700 metros de altitud, en donde se registran entre diciembre y marzo<sup>16</sup>. De esta forma, se establece una barrera altitudinal que impide la coexistencia y mezcla de ambas monarcas. Además, debemos tomar en cuenta que los órganos sexuales de la forma migratoria se encuentran inmaduros<sup>34</sup> lo que significa la existencia de una barrera fisiológica entre ellas.

en el Océano Pacífico, y siguiendo ese mismo rumbo penetrarían nuevamente al continente, entre Guatemala y El Salvador, en donde existen lugares propicios para un refugio invernal.

En Quintana Roo se ha constatado un incremento muy notable en las poblaciones monarca que se encuentran en el invierno, pero no se ha observado el comportamiento típico que éstas presentan cuando vuelan en la ruta migratoria. Además, el patrón climático y el relieve de la península de Yucatán difieren mucho de cualquiera de los sitios de hibernación descritos para los danainos en América o Taiwán, y no parece haber congregaciones ni reportes de ellas. En suma, la península de Yucatán no parece ser el destino final de la ruta "aberrante"<sup>67</sup>.

Mucho se ha especulado sobre los factores que permiten a las monarcas retornar, cada invierno, a los mismos lugares. Una de las hipótesis implica la utilización de fenómenos magnéticos en el mecanismo de navegación de las mariposas, que las hace converger en sitios donde hay anomalías magnéticas en la superficie terrestre<sup>33</sup>.

El comportamiento de las monarcas en actitud migratoria es especialmente diurno. Se ha reportado que las monarcas pernoctan en conjuntos de hasta 600 ejemplares, en árboles que se encuentran al paso de su ruta. Durante el viaje, la actividad parece iniciar a las 09:30 horas, cuando ya se puede contar el paso de cientos de individuos/hora; y por la tarde, la actividad se detiene cerca de las 18:30 horas<sup>25</sup>. También se ha reportado que la migración puede desarrollarse ante la presencia de llovizna pertinaz<sup>22</sup>.

La técnica que las monarcas utilizan para volar durante la migración les permite ahorrar energía; se ha reportado que prefieren seguir los valles abiertos, y evitan las lomas y cerros que obstruyen los vientos dominantes del norte que las transportan<sup>25</sup>. Cuando se observa a los contingentes, es fácil notar

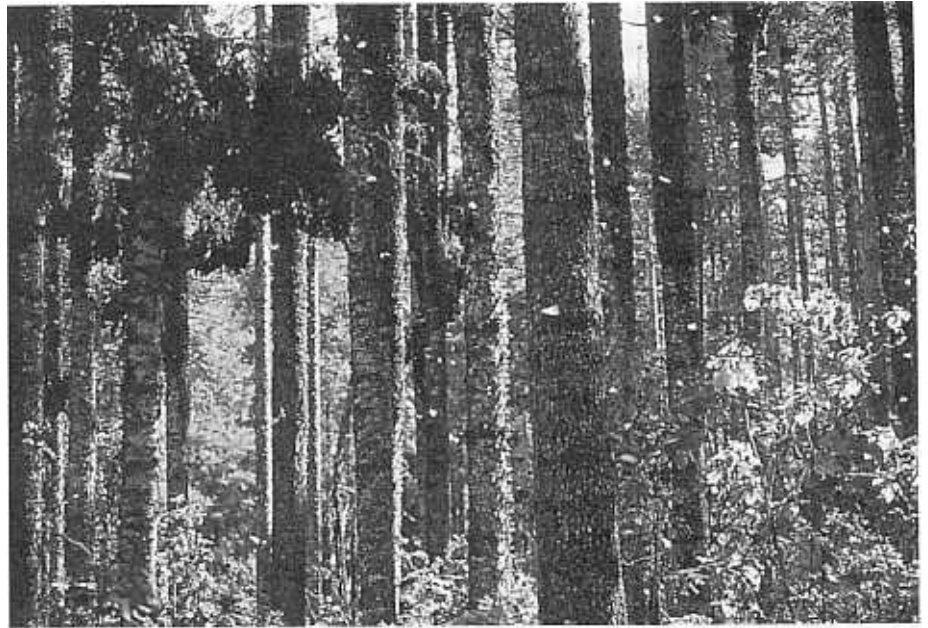


Foto: Fulvio Eccardi

que van "sintiendo" y ubicando las corrientes de aire ascendentes, de tal forma que sólo baten las alas continuamente cuando se les extravía el flujo del viento, con el fin de recuperarlo. Fuera de esos momentos, las monarcas planean y sólo aletean para realizar correcciones en su rumbo o altitud. Cuando la corriente es demasiado intensa pliegan las alas en V, lo que les permite controlar mejor la velocidad y la dirección. Si la brisa amaina, van acercando las alas hacia la posición horizontal presentando una mayor superficie de resistencia al viento ascendente. En resumen, son verdaderas maestras del veleo. De esta manera, la distancia promedio de tres mil kilómetros que existe entre su hábitat de verano y los refugios de invierno puede ser cubierta, de acuerdo con su velocidad reportada de crucero de 120 kilómetros al día, en un promedio de 25 días.

#### Las colonias de hibernación en México

Cuando se acerca el mes de diciembre, los contingentes tempranos que han accedido a la zona de hibernación se reúnen con los que llegan, formando sucesivas agrupaciones efímeras que deambulan por las cimas de las monta-

ñas, cambiando de lugar cada noche<sup>6</sup>. Paulatinamente, con estos movimientos las monarcas buscan aproximarse a las áreas acostumbradas para la hibernación y se establecen en lo alto de las cañadas adyacentes. En la medida en que llegan los conjuntos más rezagados, los núcleos independientes se empiezan a fundir, formando cada vez un número menor, con mayor cantidad de mariposas en ellos<sup>6</sup>. Al tiempo que los grupos se reducen, se depuran las áreas en donde se formarán las grandes congregaciones de hibernación y se toman posiciones más aproximadas a las definitivas, descendiendo hasta la altitud idónea para las condiciones climáticas del año.

Para mediados de diciembre, el proceso de depuración está terminado y los lugares en los que se han formado las congregaciones serán los utilizados en ese invierno. Las monarcas seleccionan las caras sur o suroeste de las montañas; ocupan superficies que varían entre 0.4 ha. y 2.4 ha<sup>6</sup>; y se sitúan en laderas protegidas próximas a corrientes de agua, o bien en cañadas con un arroyo<sup>6</sup>.

Los lugares permanentes de hibernación conocidos, actualmente, en el estado de México son: el Cerro Alta-

mirano, en Contepec; el Cerro Pelón, en Donato Guerra; La Herrada, en Valle de Bravo; Cerro de las Palomas, en Amanalco de Becerra; así como otros en el Popocatepetl y al sur del Nevado de Toluca. Sin duda, al paso de los años se ubicarán otros refugios más. Año con año, las congregaciones utilizan estos santuarios para pasar el invierno y su establecimiento no varía en un radio de más de dos kilómetros.

El número de mariposas que acceden a los diferentes refugios del estado de México y Michoacán varía debido a las condiciones de cada año; pero los trabajos sobre población estimada indican que puede ser entre siete y veinte millones por refugio<sup>68</sup>. Al respecto, las cifras conocidas indican que la población refugiada en el centro de México es significativamente más grande que la de California. Así, por ejemplo, el tamaño de dos congregaciones estimadas en California, Santa Cruz y Muir Beach, mostraron una población de 95 000 y 40 000 mariposas, respectivamente. Para México, la población estimada en 1977 para el sitio "Alfa" fue de 14 250 000 ejemplares<sup>5</sup>; y la de Cerro Pelón en 1982 se estimó en 20 000 000<sup>69</sup>.

La estructura de los bosques de abeto en la zona de hibernación provoca efectos microclimáticos que afectan a las monarcas y condicionan su establecimiento en ellos. La característica forma de cono del oyamel permite una mayor circulación de viento, hacia lo alto de las puntas, y entre el fuste y las primeras ramas<sup>5</sup>. Esta circulación, aunada a las bajas temperaturas de las masas de aire polar, incrementa el índice de congelación en las partes más baja y alta de la masa boscosa. Por ello las monarcas tienden a situarse en las partes medias de los árboles, donde el flujo del viento baja y las temperaturas son más benignas.

Las mariposas se compactan más durante las noches y en los días nubla-



Foto: César Carrillo

dos o con lluvia. En estas condiciones los estratos concéntricos de mariposas, con la proximidad de sus cuerpos, evitan la pérdida masiva de calor. Sólo quedan expuestos a las temperaturas inclementes los ejemplares que ocupan las capas más superficiales. Cuando el peso de las mariposas en condiciones de compactación quiebra la resistencia de la rama en la que están posadas caen al suelo, quedando expuestas a las temperaturas de congelación que se abaten sobre este nivel, o a la presencia de nieve o agua que les pueden resultar fatales.

Durante los días de buen tiempo, las monarcas perchadas en las capas superficiales reciben el calor del Sol a partir de las nueve de la mañana. Aunque permanecen posadas en principio, abren sus alas en una actitud llamada termorregulación, que les permite incrementar la energía solar que reciben. Cuando la temperatura corporal de un conjunto es la necesaria para iniciar la actividad (entre 13° y 16° C)<sup>5</sup>, miles de mariposas inician el vuelo y comienzan a dar vueltas en los claros adyacentes al sitio de hibernación. Las mariposas de las capas inferiores, que son la mayoría, permanecen sumidas en el letargo invernal<sup>9</sup>,

consumiendo muy lentamente sus enormes reservas de grasa.

Hacia las diez y media de la mañana, la mayoría de las mariposas de las capas externas ya son capaces de realizar su actividad cotidiana, y del remolino de mariposas en vuelo se empieza a configurar un flujo bajando por las cañadas cercanas. Las monarcas sobrevuelan a lo largo de los cauces en número de miles por minuto. Su meta, en la mayoría de los casos, es llegar a las playas lodosas de los arroyos para recuperar el agua que han perdido por estar expuestas al viento y al Sol<sup>9</sup>. En menor número se pueden dirigir hacia floraciones cercanas de *Senecio*, *Eupatorium* y otras especies de compuestas, buscando néctar para recuperar la energía perdida durante la noche.

Esta actividad continúa hasta cerca de la una de la tarde cuando, por las vías que se utilizaron para acceder a las áreas de alimentación, se empieza a notar un pequeño contraflujo de mariposas que retornan, satisfechas sus necesidades. Los movimientos de ascenso y descenso se equilibran alrededor de las dos de la tarde; a partir de esta hora, la dirección de retorno se incrementa hasta que sólo se obser-

van monarcas volando cañadas arriba, o retornando a sus sitios de percheo cerca de las cuatro de la tarde. Para las cinco, sólo quedan los ejemplares rezagados arremolinándose sobre la congregación para buscar su acomodo antes de que la temperatura descienda a niveles críticos.

Las masas de aire polar, conocidas en nuestro país como *nortes*, azotan los refugios varias veces cada invierno. En estas condiciones las monarcas ven reducida su capacidad de movimiento y permanecen posadas todo el día. Los días de mal tiempo constituyen momentos críticos para las congregaciones y son los que causan la mayor mortandad natural. En ocasiones, el viento o la lluvia pueden desprender miles de monarcas; cuando ocurren nevadas, la nieve se acumula sobre el follaje de los abetos y, al desprenderse, se precipita sobre ramas ocupadas por mariposas, haciendo caer grupos cuantiosos<sup>9</sup>. Las monarcas con mayor vitalidad trepan hacia las hierbas y arbustos del sotobosque, con el fin de evitar las gélidas temperaturas del suelo. Las más débiles o aletargadas pueden ser sepultadas por la nieve, arrastradas por el agua, o bien recibir la escarcha durante la madrugada. Por esta causa la congregación sufre decenas de miles de bajas, y una enorme cantidad de mariposas será convertida en una especie de alfombra anaranjada.

Cuando el tiempo mejora, entre las monarcas tiradas en el suelo habrá muchas muertas, otras intentarán caminar hacia los troncos o arbustos, gracias a su extraordinaria vitalidad; pero ya han sido afectadas por la congelación de sus líquidos corporales y sólo están muriendo lentamente<sup>9</sup>. El resto, que obtuvo condiciones más benignas o logró subir a la hierba, espera el calor del Sol para termorregular su cuerpo y reincorporarse a la congregación. En años extremadamente secos, se ha observado que las congregaciones interrumpen su letargo para des-

plazarse a zonas más oscuras y protegidas de la cañada. Así las monarcas buscan una atmósfera más húmeda para bajar el efecto de la deshidratación<sup>9</sup>.

A través de diciembre y enero, la actividad en la congregación implica principalmente la sobrevivencia. Para el principio de febrero se rebasan los umbrales de temperatura y duración del día, que permiten la paulatina maduración de los órganos sexuales de las monarcas<sup>5</sup> y esto trae un giro importante en su actitud: ante una temperatura máxima de 20° C y luz solar durante 11.3 horas al día, se empiezan a notar algunos apareamientos. Los más tempranos han sido reportados el

24 de enero de 1976<sup>58</sup>, en un día cálido con temperatura máxima de 22° C, pero es entre la segunda quincena de febrero y la fecha en que las monarcas parten hacia el norte, cuando la reproducción se vuelve una actividad cada vez más frecuente, hasta llegar a ser dominante. Esto se debe a que las monarcas migrantes sólo pueden desarrollar óvulos normales hacia la última semana de febrero, y son capaces de ovipositar huevos fértiles cuando se aparean en marzo<sup>58</sup>.

Otras actividades de la congregación se incrementan también, no sólo en la frecuencia, sino en número de mariposas involucradas. La alimenta-





ción adquiere una gran importancia para la etapa previa al retorno, sobre todo entre los machos, que se mueven varios kilómetros por las cañadas y cauces de los arroyos en busca de plantas compuestas en floración<sup>6</sup>. Conforme pasan los últimos días de febrero y los primeros de marzo, la inquietud en las congregaciones alcanza el máximo, las mariposas se sienten listas para regresar a la tierra en que nacieron y se preparan para ello. Cuando un grupo de monarcas decide abandonar el refugio invernal, como si mediara una señal, las que se encuentran posadas termorregulando levantan el vuelo simultáneamente, haciendo un ruido vibrante y sordo, provocado por el batir de decenas de miles de alas. Las mariposas se elevan como remolino, buscando una corriente ascendente y forman un impresionante río anaranjado que corre cañada arriba y se pierde hacia el noreste.

Para la segunda quincena de marzo, el contingente ha finalizado su ciclo invernal y se encuentra en camino hacia América del norte. En lo que fuera el refugio invernal de la monarca sólo permanecen cientos de miles de mariposas muertas. La mortalidad registrada al contar los cadáveres depositados en el suelo después de abandonados los sitios de congregación, indica cifras de 776 monarcas muertas por metro cuadrado<sup>11</sup>. Esto implicaría cerca de tres millones de decesos en la colonia más pequeña que se ha reportado (7 000 000 de monarcas en 0.4 has) y un porcentaje estimado de sobrevivencia a la hibernación de 56%. Vale anotar, que debido a las condiciones climáticas especiales que se presentaron en enero y febrero de 1992 la mortalidad se elevó significativamente.

Las causas de mortalidad natural están dadas, en primer lugar, por los accidentes que hacen a las mariposas caer al suelo en condiciones climáticas desfavorables. Así, de las monarcas sanas que caen durante un *norte* y permanecen al

descubierto por tres días, sujetas a las heladas, el viento y el agua, 3% resultan muertas, 23% moribundas y 27% incapaces de retornar a los árboles<sup>9</sup>. También es importante el papel que juegan los depredadores, pues de las mariposas muertas más del 50% muestra mutilaciones de alas, cabeza o abdomen<sup>11</sup>. Entre los principales depredadores de las monarcas se cuentan dos especies de calandrias, *Icterus parisorum* e *Icterus abeillei*, que forman parvadas de 25 a 30 ejemplares y atacan a las mariposas congregadas. Increíblemente estas especies, así como el picogruoso de pecho café (*Pheucticus melanocephalus*), han burlado el mecanismo de defensa que la monarca despliega con base en la toxicidad de su cuerpo. Estas aves han aprendido que la toxina de la monarca se acumula en la cubierta de quitina, y realizan verdaderas cirugías, abriendo la piel y extrayendo los órganos internos no tóxicos<sup>11</sup>. En los refugios existen otros depredadores, accidentales o menos importantes, como pequeños mamíferos, arañas y campamochas. En esta mortandad también juega un papel importante la presencia del ser humano y sus actividades, pero sus acciones y magnitud serán tratadas en la parte final del artículo.

#### El ciclo de vida

Las mariposas que retornan a su territorio de verano en Estados Unidos y Canadá van dejando a su paso millones de huevecillos. La posibilidad de oviposición en su ruta de retorno depende de las especies de *Asclepias* que se encuentren presentes. Algunas de las que la mariposa monarca utiliza en Norteamérica son: *Asclepias tuberosa*, *A. humistrata*, *A. incarnata*, *A. curassavica*, *A. tomentosa*, *A. curtisii*, *A. verticillata* y *A. lanceolata*<sup>58</sup>. En el centro-norte de Estados Unidos y Canadá, la principal planta de alimentación es *Asclepias syriaca*, que crece densamente en pra-

deras, orillas de caminos, vías de ferrocarril y en cualquier terreno abierto abandonado.

Las hembras fecundadas examinan detenidamente la vegetación buscando las plantas que pueden servir de alimento a su prole, volando muy cerca del suelo. Cuando identifican el olor particular de la *Asclepias* se posan cerca de las hojas más tiernas de la planta y depositan, en el envés, un huevecillo. Esta operación la van repitiendo en diferentes plantas, con el fin de que sus crías no compitan entre ellas.

El huevo es blanco con forma de barril, y la larva lo abandona en un promedio de 7 días, con tiempos extremos de 3 y 12 días<sup>57</sup>. La pequeña larva se alimenta primero de parte del cascarón y luego del envés de las hojas más tiernas, protegiéndose así de los posibles depredadores.

Cuando madura, la larva alcanza entre tres y cuatro centímetros de largo. Presenta un color de fondo blanco, con finas estrías de color negro y amarillo anaranjado. Tiene además dos tubérculos carnosos de color negro en el tercer segmento torácico, y dos más en el séptimo segmento abdominal. Ahora come hojas completas, desde el ápice hacia el pecíolo, y ya no le preocupa esconderse, pues su coloración indica que es tóxica y su sabor muy desagradable.

Durante su etapa como oruga, la monarca muda su piel cinco veces. A cada uno de estos cambios de piel se les denomina "estadios larvarios", y duran en conjunto tres semanas. Una vez que la larva alcanza su máximo crecimiento, en el quinto estadio, busca una rama; se cuelga por el cremáster, en la parte posterior del abdomen y forma la crisálida.

La crisálida es gruesa y tiene una forma más o menos oval. Su color es verde azulado y presenta una serie de puntos negros y dorados. Poco antes



Foto: Fulvio Eccardi

de que el adulto abandone la crisálida, ésta se torna oscura y a través de las cubiertas alares se puede observar el clásico color naranja ladrillo de las alas en desarrollo. La etapa pupal tiene una duración aproximada de quince días, y el tiempo total para el desarrollo —desde el huevo hasta la eclosión del adulto— se ha calculado entre cinco y siete semanas<sup>57</sup>.

De esta manera, las monarcas que salen del refugio en marzo llegan a su territorio de verano a principios o mediados de abril, ovipositando en esta época. Su progenie se hace adulta a fines de junio o principios de julio, constituyendo la generación que nace, se reproduce y muere en Estados Unidos y Canadá. Los adultos de la monarca tienden a ser solitarios y a realizar larguísimos patrullajes en los terrenos adyacentes a los cauces de los ríos, o bien en los bordes entre los terrenos desmontados y los bosques, entre 1.5 y 3.0 metros de altura<sup>26</sup>. Las

monarcas termorregulan en los matorrales cerca de las nueve de la mañana y para las diez y media inician sus actividades. Para alimentarse prefieren flores de color amarillo pertenecientes al género *Senecio*, o bien flores naranja-amarillo del género *Lantana*. La visita de flores como *Eupatorium* parece estar relacionada con la recarga de sustancias tóxicas en su cuerpo. Las crías de esta generación sufren su metamorfosis entre julio y agosto y eclosionan entre septiembre y octubre, constituyendo la generación que repetirá la ruta migratoria para hibernar en nuestro país al año siguiente.

#### Los retos de la conservación

Los habitantes locales, por generaciones, habían presenciado el arribo cíclico de las mariposas como algo normal en su vida comunitaria. No fue sino hasta que las actividades de dos grupos de científicos —uno canadiense y otro

estadunidense— convergieron en este punto, que la migración de la monarca adquirió relevancia en ámbitos científicos y gubernamentales. Un artículo del *National Geographic Magazine* hizo público el descubrimiento y las cosas se modificaron sustancialmente.

De pronto, los habitantes de la zona quedaban con la responsabilidad de cuidar un fenómeno que, a pesar de presentarse en sus tierras, era patrimonio de la humanidad. Se entreveía que sus actividades, realizadas libremente por siglos, en ocasiones podían poner en peligro la existencia de la monarca en Estados Unidos y Canadá.

Súbitamente, los lugareños quedaban sujetos a la opinión pública del país y del subcontinente de la América del Norte, así como a nuevas normativas por parte de las autoridades. Algunas personas del área se sensibilizaron ante el descubrimiento y han tratado de preservarlo. Para 1981, en Donato Guerra existía ya un grupo de

## DE VIRREYES Y MONARCAS

Con base en su toxicidad, las monarcas forman un complejo mimético, ya muy conocido, que ha sido denominado "Patrón Naranja"<sup>46</sup> y más específicamente, "Patrón Naranja de Matorral"<sup>24</sup>. Las especies que se incorporan a este patrón mimético varían a lo largo de Norteamérica. En Canadá, Estados Unidos y el Norte de México puede involucrar a la mariposa virrey (*Basilarchia archippus*) y a varias especies de Argíninos del género *Speyeria*. En las zonas subtropicales desaparecen las últimas; y se incorporan dos especies más de Danainos (*Danaus gilippus* y *Danaus eresimus*), Helicóninos (*Dryas iulia*, *Agraulis vanillae*, *Dione moneta*) y los Argíninos quedan representados por dos especies de Euptoieta<sup>20</sup>. En el trópico el número de especies de este patrón se complica en demasía con más de 20 especies entre modelos y mimos<sup>24</sup>, entre los cuales se encuentran especies tan importantes como el fósil viviente *Baronia brevicornis*<sup>23</sup>.

El funcionamiento mimético del "Patrón Naranja de Matorral" es muy complejo. Se ha demostrado que, dependiendo de la época del año<sup>27</sup> y de la planta de alimentación seleccionada<sup>4</sup>, una especie puede ser muy tóxica o no, por lo que se puede considerar como "automimetismo" en el cual los individuos no tóxicos que conforman la población son mimetas batesianos de los tóxicos.

Simplificando esta situación para hacer al complejo mimético más comprensible, parece comportarse de la siguiente manera:

Como modelos pueden funcionar: los Danainos, protegidos por glicósidos cardiacos<sup>4</sup>, que causan vómitos y convulsiones a los depredadores; y los Helicóninos, protegidos por el alcaloide denominado pasiflorina, que deprime el sistema nervioso central<sup>28</sup>. La semejanza entre estos grupos conformaría el mimetismo muelleriano, pues se refuerza la respuesta desagradable en el proceso de aprendizaje de los depredadores, resultando beneficiados al reducirse el número de muertes en cada una de las especies tóxicas con aspecto similar.

Los mimos —que constituyen la fase batesiana del patrón— serían todos los Argíninos, la mariposa virrey y *Baronia brevicornis*, que resultarían mariposas no tóxicas, protegidas por tener una apariencia similar a la de los modelos.

cinco ejidatarios, encabezado por los señores Jesús Ávila Montes de Oca y Leonel Moreno, que realizaban actividades honorarias de vigilancia y conservación en Cerro Pelón<sup>18</sup>.

Para los habitantes del centro de México, las áreas de hibernación se convirtieron en motivo de curiosidad y naturalmente creció la demanda para visitarlas. Los recorridos, cada vez más nutridos, se realizaban a veces sin precauciones, lo que levantó la protesta de la comunidad científica nacional e internacional. El creciente acceso turístico, aunado a la evidencia de que las actividades agrícolas, pecuarias y forestales que se desarrollaban en los terrenos que ocupan los refugios no eran las idóneas —algu-

nas incluso eran atentatorias contra las monarcas—, unificaron las opiniones del público sensible, la prensa y la comunidad científica. Así, nacieron grupos civiles y académicos para el estudio y defensa del Fenómeno Monarca y en sus exigencias involucraron a todos los niveles de autoridades; el clamor llegó hasta la presidencia de la República. Las autoridades respondieron en la medida de sus posibilidades y con las limitaciones que los factores económicos y las presiones sociales imprimían. Finalmente, después de cuatro años de trabajos y estudios, el 9 de abril de 1980 se reconoció a las áreas de hibernación de la monarca como Reserva Especial de la Biósfera<sup>52</sup>.

Sin embargo, la conservación del fenómeno migratorio de la monarca es un problema complicado que implica, además de mantener las características biológicas necesarias para la sobrevivencia de las mariposas, la solución de muchos problemas socioeconómicos de los habitantes del área y la elevación de su nivel cultural.

Con respecto a las características biológicas que requiere la monarca, es necesario proteger tres unidades topográficas cercanas a las zonas de hibernación:

1. Las cimas de las montañas adyacentes a los sitios de establecimiento de las colonias.

2. Las áreas en donde se han ubicado constantemente a través de los años.

3. Las cañadas y arroyos que sirven de refugio en los años fríos o de sequedad extrema, que además sirven como corredores de reemigración.

El área mínima de protección que garantiza la sobrevivencia de las colonias se ha calculado en 10 Km<sup>2</sup>. En ella no deben permitirse: ningún tipo de explotación agrícola, ganadera o forestal; la introducción de cualquier tipo de infraestructura: caminos, obras hidráulicas y líneas eléctricas; el establecimiento de zonas de ocupación humana; y el uso o presencia de insecticidas o cualquier otra sustancia química tóxica. En esta área se debe promover la conservación del bosque y de los procesos biológicos que en él ocurren. Esta zona, en el concepto de reservas de la biósfera<sup>31</sup>, se conoce como "zona núcleo".

Rodeando a la anterior se requiere otra superficie de 10 km<sup>2</sup> más, que permita cubrir las máximas fluctuaciones posibles en la ubicación de las colonias, y asegure la existencia de recursos alimenticios y agua suficientes para la vida de las monarcas. En esta área se puede permitir el aprovechamiento forestal, limitado de tal manera que no se permita la técnica de "mata

rasa”, ni que la densidad forestal baje de 400 árboles maduros por hectárea. Igual que en la primera área, no debe permitirse ningún tipo de explotación agrícola o ganadera; la introducción de cualquier tipo de infraestructura civil o de comunicación; el establecimiento de zonas de vivienda, ni el uso o presencia de insecticidas o cualquier otra sustancia química tóxica. Esta zona se conoce como “área de amortiguamiento”<sup>31</sup>.

En el papel, por medio de la “Reserva Especial de la Biósfera” se deberían cubrir las necesidades mínimas para la perpetuación del fenómeno migratorio de la monarca. Sin embar-

go, en la práctica esta situación se encuentra aún lejos de ser la ideal.

La simple protección legal de los refugios no resuelve los problemas de sobrevivencia y educación de los habitantes locales ni cuenta con los recursos económicos suficientes para ejecutar las actividades de investigación, monitoreo y vigilancia, necesarias para mantener el control de las actividades humanas y de las condiciones biológicas de las áreas a través del año, o hacia el futuro.

La resolución de estas condicionantes se debe dar mediante la participación conjunta de los habitantes locales, las autoridades: ejidales,

municipales, estatales y federales, las instituciones de investigación, y las organizaciones no gubernamentales. Es preciso realizar un minucioso estudio de las condiciones globales del área, con el fin de identificar programas de manejo que permitan, por medio de acciones sostenidas, la elevación de la calidad de la vida en la región y garantizar la perpetuación del fenómeno.

El manejo adecuado de la zona debe evitar el cambio de uso del suelo forestal hacia la agricultura de temporal y, principalmente, hacia la ganadería extensiva de ovinos y bovinos, ya que el estrato altitudinal ocupado por los bosques de abeto que utilizan las monarcas, por arriba de los 2 700 metros sobre el nivel del mar, no es de ninguna manera un sistema geoeconómico altamente productivo, ya que para la agricultura presenta las siguientes limitantes<sup>40</sup>:

1. Heladas frecuentes durante seis meses (octubre a marzo).
2. Estacionalidad muy marcada de la precipitación pluvial, con un importante periodo de sequía entre diciembre y junio.
3. Pendientes superiores al 15%.
4. Suelos con características limitantes diversas: pedregosos con suelo vegetal muy somero, arcillosos con alto índice de compactación, o bien arenoso con baja captación y retención de humedad.

Por lo anterior, la agricultura es ínfimamente productiva y sus habitantes obtienen ingresos económicos muy bajos por este concepto<sup>18</sup>, constituyendo una de las áreas socioeconómicamente más deprimidas de los estados de México y Michoacán.

Ante esta situación, los campesinos del área y de gran parte del Eje Volcánico Transversal han optado por realizar una explotación forestal no sostenible, utilizando el recurso maderable como una vía momentánea para obtener capital y, posteriormente, promover un cambio en el uso del suelo,



orientado hacia la explotación extensiva de ganado ovino y, en menor grado, de ganado bovino de baja calidad.

Asimismo, para que la actividad ganadera pueda realizarse es necesario clarear el bosque, con el fin de que los pastos prosperen, pues las condiciones de sombra que provoca la presencia de los árboles impide su crecimiento.

Para tal fin, en diversas partes del área se abren los bosques, por medio de fuegos provocados, durante los meses de marzo y abril; además, se recurre a estrategias como el cinchamiento, descortezamiento y ocoteo, con lo que los árboles mueren de pie, para luego ser derribados y aprovechados como "madera muerta"<sup>70</sup>. De esta manera se ha venido reduciendo la densidad de los bosques en forma alarmante.

Los estudios de mortandad en monarcas indican que cuando la densidad de árboles es menor a 400 por hectárea, la temperatura interna del bosque supera el umbral crítico para la sobrevivencia de las congregaciones, causando muertes masivas por congelación.

Además, para que el bosque garantice la vida de las mariposas congregadas, los árboles deben ser adultos. En un bosque con árboles altos aumenta el área libre de heladas, que se ubica entre el fuste y la parte alta de las copas. Así, las monarcas ocupan exitosamente el nivel medio del follaje. En un macizo dominado por árboles inmaduros, este espacio se reduce y aumenta la mortalidad y, en la medida en que los árboles son más pequeños, la zona susceptible a la congelación ocupa todo el espacio vertical del bosque, en cuyo caso las monarcas no pueden sobrevivir al embate de masas polares y heladas<sup>71</sup>.

Por todo ello, el devolver su vocación forestal al área y tratar de utilizar sus recursos silvícolas en la forma más indirecta posible, o bajo cultivos en terrenos especiales considerados como

áreas forestales permanentes, debe ser una prioridad.

Es necesario concertar, con las autoridades ejidales y municipales, un ordenamiento ecológico en el uso del suelo, por medio del cual se propenda a ubicar las zonas agrícolas en los terrenos que puedan garantizar cosechas, así como establecer módulos pecuarios estabulados o en semiconfinamiento.

Para lograr lo anterior, es necesario que las autoridades instrumenten acciones a corto, mediano y largo plazo; que exista el financiamiento necesario para realizarlas; y que las líneas de acción no se vean afectadas por los cam-

bios periódicos en las administraciones, tanto a nivel estatal como federal.

La aplicación de medidas adecuadas para el uso y la conservación permitiría aprovechar en forma más sensata la constitución topográfica de la zona, manteniendo sus cuencas y subcuencas hidrológicas; respetando las pendientes de los cerros; y, devolviendo a las montañas que visita la mariposa monarca su vocación natural para las actividades forestales, turísticas, o aquellas que propendan a conservar y aprovechar las aguas que se generan en sus microcuencas. Sólo así será posible preservar este maravilloso fenómeno natural, que año con

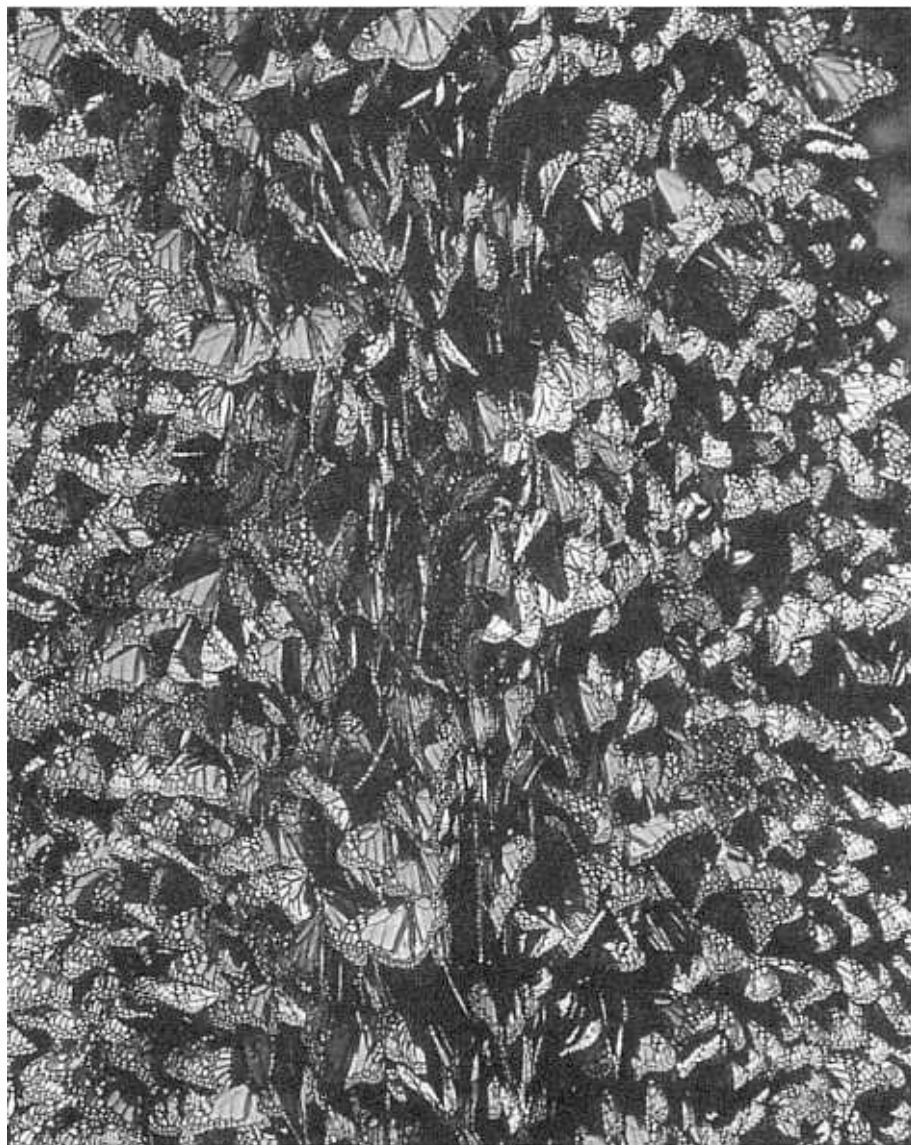


Foto: Fulvio Eccardi

año se repite, como una celebración de la vida. ●

## Bibliografía

1. Alayo, P. y L. Hernández, 1981, *Atlas de las mariposas diurnas de Cuba*, Ed. Científico técnica. La Habana, Cuba. p. 34-39. Láminas I a 5.
2. Beutelspacher, B. C., 1975, Notas sobre el suborden Rhopalocera de Las Minas, Veracruz. *Rev. Soc. Méx. Lep.* 1 (1) p. 11-21.
3. Beutelspacher, B. C., 1980, *Mariposas diurnas del Valle de México*. Ed. Científicas LPMM. México, D.F. pp. 134.
4. Brower, L. P., Brower J. y J. M. Corvino, 1967, Plant poison in a terrestrial food chain. *Proc. Nat. Acad. Sciences* 57(4) p. 893-898.
5. Brower, L. P., Calvert, W., Hedrick, L. y J. Christian, 1977, Biological observations on a over wintering colony of Monarch Butterflies (*Danaus plexippus*) in Mexico. *Jour. Lep. Soc.* 31 (4) p. 232-243.
6. Brower, L. P. y Calvert, W., 1981a, Criterios para el establecimiento de Reservas Bióticas para la protección de los sitios de hibernación de la mariposa monarca en México. Investigación sobre el Refugio de la mariposa monarca a FAIDEM, Toluca, Estado de México. Informe mecanoscrito.
7. Brower, L. P. y Calvert, W., 1981b, Recomendaciones para la conservación de las áreas de hibernación de la mariposa monarca en México. Investigación sobre el Refugio de la mariposa monarca FAIDEM, Toluca, estado de México. Informe mecanoscrito.
8. Butterlin J., 1956, *La constitution geologique et la structure des Antilles*. Centre National de la Recherche Scientifique, Paris, Francia, 453 pp.
9. Calvert, W. y L. Brower, 1981, The importance of forest cover for the survival of overwintering Monarch Butterflies (*Danaus plexippus*) *Jour. Lep. Soc.* 35 (3) p. 216-226.
10. Calvert, W., L. Brower y R. Lawton, 1992, Mass flight response of overwintering Monarch Butterflies to cloud induced changes in solar radiation intensity. *Jour. Lep. Soc.* 46 (2) p. 97-105.
11. Calvert W., Hedrick L. y L. Brower, 1979, Mortality of de Monarch Butterfly: avian predation at five overwintering sites in Mexico. *Science* 204 (4395) p. 847-850.
12. Carcasson, R. H., 1980, *Australian butterflies*. Domino Books. Ltd. Lámina 8, *Danaus plexippus*.
13. Clarke, C. A. y M. Rhotschild, 1980, A new mutant of *Danaus plexippus erippus* (Cramer). *Jour. Lep. Soc.* 34 (2) p. 224-229.
14. De la Maza, E. J. y R. de la Maza E., 1985, La fauna de mariposas de Boca del Chajul, Chiapas, México. (Rhopalocera) II. *Rev. Soc. Méx. Lep.* 10 (1) p. 6, 8, 10.
15. De la Maza, E. J., J. White L. y A. White L., 1987, Observaciones sobre el polimorfismo femenino de *Baronia brevicornis* Salvin con la descripción de una nueva subespecie del estado de Chiapas, México. *Rev. Soc. Mex. Lep.* 9 (1) p. 3-14.
16. De la Maza, E. R., 1975, Notas sobre lepidópteros de Rancho Viejo y Tepoztlán, Morelos, México I.- Papilionoidea. *Rev. Soc. Mex. Lep.* 1 (2) p. 43-61.
17. De la Maza, E. R., 1982a, Informe sobre las posibilidades de protección y aprovechamiento sensato del área conocida como "El valle de las Mariposas". Fideicomiso para el desarrollo agroindustrial del estado de México. (mecanoscrito, 8 de marzo de 1982)
18. De la Maza, E. R., 1982b, Informe sobre las posibilidades de protección y aprovechamiento sensato del área conocida como "El valle de las Mariposas". Fideicomiso para el desarrollo agroindustrial del estado de México. (mecanoscrito, 29 de abril de 1982)
19. De la Maza, E. R., 1982c, Anteproyecto para el aprovechamiento racional de las áreas de hibernación de la mariposa monarca (*D. plexippus*) en Donato Guerra, estado de México. Fideicomiso para el desarrollo agroindustrial del estado de México. (mecanoscrito)
20. De la Maza, E. R., 1988, Rhopalocera del sur del Altiplano Potosino, estados de Guanajuato y San Luis Potosí, México. *Rev. Soc. Mex. Lep.* 12 (1) p. 3-34.
21. De la Maza, E. R. y J. de la Maza E., 1988, Notas sobre los Rhopalocera de la Sierra de Álvarez, San Luis Potosí, México. *Rev. Soc. Mex. Lep.* 11 (2) p. 40-48 y 54.
22. De la Maza, E. R., J. de la Maza E. y A. Díaz F., 1977, Movimientos migratorios de "Monarcas" en el estado de Oaxaca, México. *Bol. Inf. Soc. Mex. Lep.* 3 (5) p. 12.
23. De la Maza, E. R., J. de la Maza E. y A. White L., 1989, La Fauna de mariposas de México. I.- Papilionoidea. *Rev. Soc. Mex. Lep.* 12 (2) p. 39-98.
24. De la Maza, E. R. y A. White L., 1990, Rhopalocera de la Huasteca Potosina, su distribución, composición, origen y evolución. *Rev. Soc. Mex. Lep.* 13 (2) p. 41, 42, 49, 50, 58 y 75.
25. De la Maza, R. R., 1978, Se inició la migración de la mariposa monarca. *Bol. Inf. Soc. Mex. Lep.* 4 (6) p. 3.
26. De la Maza, R. R. 1987, *Mariposas mexicanas*. Fondo de Cultura Económica, México, D.F. pp. 289; 67 Láminas.
27. DeVries, J. P., 1987, *The Butterflies of Costa Rica and their natural history*. Princeton University Press, Princeton, N.J. U.S.A. pp. 317, 50 Láminas. Ebert, H. 1969: On the frequency of butterflies in eastern Brazil, with a list of the butterfly fauna of Pocos de Caldas Mineas Gerais. *Jour. Lep. Soc. Supl.* 3: p. 36.
28. Ehrlich, R. P. y P. H. Raven, 1969, Butterflies and plants; in Ecology, evolution, and population biology. Readings from *Scientific American*. W.H. Freeman and Company, San Francisco, U.S.A. p. 131-138.
29. Emmel E. T. y J. F. Emmel, 1973, The butterflies of southern California. *Nat. Hist. Mus. of Los Angeles County. Science Series* 26, p. 25-27.
30. Ford, E. B. 1977: *Butterflies*, Collins Press, London England. p. 123-168.
31. Gallina S., (sin fecha), Reservas de la Biósfera de Durango MAB-Instituto de Ecología-Gobierno del estado de Durango. p. 7-9.
32. Garth, S. J. y J. W. Tilden, 1986, *California butterflies*. University of Berkeley Press. Berkeley,

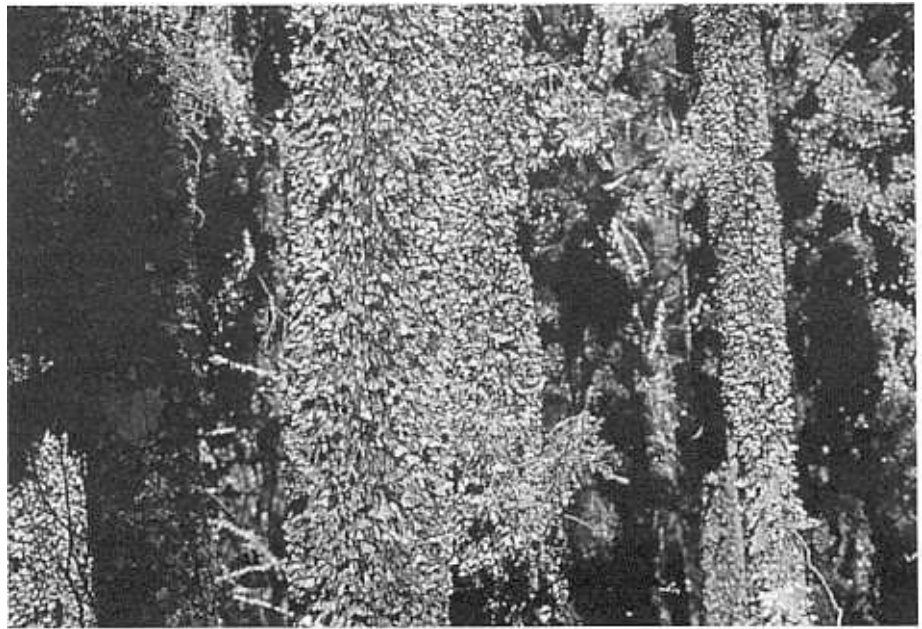


Foto: Fulvio Ecardi



Foto: Fulvio Eccardi

California; U.S.A. p. 15, 16, 71, 72.

33. Gottfried, C., 1984, *Monarcas*. Ed. Servicios Condumex, México D.F., México. pp. 107.

34. Herman, S. W., L. Brower y W. Calvert, 1989, Reproductive tract development in Monarch Butterflies overwintering in California and México. *Jour. Lep. Soc.* 43 (1) p. 50-58.

35. Higgins, L. G. y N. D. Riley, 1973, *Guía de campo de las Mariposas de España y de Europa*. Ed. Omega. Barcelona, España. p. 73-74. Lámina 14, 1 y 2.

36. Hoffmann, C. C., 1940, Catálogo sistemático y zoogeográfico de los Lepidópteros mexicanos. *An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. México.* 11 (2) p. 30 y 31.

37. Howe, H. W., 1967, A migration of *Vanessa cardui* in Montana and Wyoming. *Jour. Lep. Soc.* 21 (1) p. 39-40.

38. Howe, H. W., 1975, *The butterflies of North America*. Doubleday Co. Garden City, New York. U.S.A. p. 76-79.

39. Krivda, W., 1967, The Monarch Butterfly (*Danaidae*) in northern Saskatchewan. *Jour. Lep. Soc.* 21 (1) p. 31-32.

40. Madrigal, S. J., 1967, Contribución al conocimiento de la ecología de los bosques de oyamel, en el Valle de México. *Boletín técnico 18*, INIF. SARH., México D.F. pp. 99.

41. Malcolm, S. y L. P. Brower, 1986, Selective oviposition by Monarch Butterflies (*Danaus plexippus*) in a mixed stand of *Asclepias* in south Florida. *Jour. Lep. Soc.* 40 (4) p. 255-263.

42. McIsaac, P. H., 1991, The capture and release of a Monarch Butterfly by a barn swallow. *Jour. Lep. Soc.* 45 (1) p. 62.

43. Miller, D. L. y F. M. Brown, 1981, *A catalogue/checklist of the butterflies of America, north of*

Mexico. *Men. Lep. Soc.* No. 2 pp. 243.

44. Montes, B., 1975, Solicitan nuestra colaboración para encontrar "monarcas" marcadas. *Bol. Inf. Soc. Mex. Lep.* 1 (4) p. 4-5.

45. Muyschondt, A. y A. Muyschondt Jr., 1974, Gregarious seasonal roosting of *Smyrna karwinski* adults in El Salvador. *Jour. Lep. Soc.* 28 (4) p. 224-229.

46. Papageorgis, C., 1975, A mimicry in neotropical butterflies. *Am. Scientist.* 63 (5) p. 522-532.

47. Phillips, T. K. y K. A. Johnson, 1990, High altitude aggregations of *Anetia briarea* Godart in Hispaniola. (Nymphalidae). *Jour. Lep. Soc.* 44 (4) p. 209-216.

48. Riley, D. N., 1975, *Butterflies of the West Indies*, Collins Press, London, England. p. 33-41.

49. Routledge, E. C., 1977, El suborden Rhopalocera de Tabasco. Su lista, frecuencia y diversidad. *Rev. Soc. Mex. Lep.* 3 (2) p.57-74.

50. Sbordoni, V. y S. Forestiero, 1984, *Il mondo delle farfalle*. Arnoldo Mondadori, Ed. Verona, Italia. 334 pp.

51. Sedue, 1988, Ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente. *Diario Oficial* 28-I-1988. Sedue, México, D.F. pp. 138.

52. Sedue, 1989, Información básica sobre las áreas protegidas de México. D.G.C.E.R.N. México D.F. p. 23.

53. Shields, O., 1989, World numbers of butterflies. *Jour. Lep. Soc.* 43 (3) p. 157-167.

54. Slanski, F. Jr., 1971, *Danaus plexippus* attacking red winged black bird. *Jour. Lep. Soc.* 25 (4) p. 294.

55. Tory, R. y E. Chalif, 1989, *Aves de México*. Ed. Diana, México, D.F. pp. 473.

56. Urquhart, F. A., 1972, The effect of cauteri-

zing the MN PPM of the pupa of the Monarch Butterfly (*Danaus p. plexippus*) *Jour. Lep. Soc.* 26 (3) p. 137-140.

57. Urquhart, F. A., 1976, Found at last: the Monarch's winter home. *National Geographic Magazine.* 150 (2) p. 161-173.

58. Urquhart, F. A. y N. R. Urquhart, 1976, A study of the Peninsular Florida population of the Monarch Butterfly (*Danaus p. plexippus*). *Jour. Lep. Soc.* 30 (2) p. 73-87.

59. Urquhart, F. A. y N. R. Urquhart, 1976a, The overwintering site of the eastern population of the Monarch Butterfly (*Danaus p. plexippus*) in southern Mexico. *Jour. Lep. Soc.* 30 (3) p. 153-159.

60. Vargas, F. I., Llorente, B. J. y M. Luis M., 1991, Lepidoptero fauna de Guerrero I: Distribución y fenología de los Papilionoidea de la Sierra de Atoyac. *Publ. Esp. Mús. Zool. Facultad de Ciencias. UNAM: México.* p. 106.

61. Vázquez L. y H. Pérez, 1981, La mariposa monarca *Danaus plexippus* L. como recurso de investigaciones en México. Ponencia presentada en el primer congreso internacional de Lepidopterología. *Soc. Mex. Lep. y Lep. Soc. Coyoac, Morelos, México (mecanoescrito)*.

62. Wagner Jr., W. H., 1973, An orchid attractant for Monarch Butterflies. *Jour. Lep. Soc.* 27 (3) p. 192-196.

63. Wang, Y. H. y T. C. Emmel, 1990, Migration and overwintering aggregations of nine Danaine butterfly species. *Jour. Lep. Soc.* 44 (4) p. 216-228.

64. Zalucki, M. P. y Y. Suzuki 1987: Milkweed patch quality, adult population structure and egg laying in the Monarch Butterfly. *Jour. Lep. Soc.* 41 (1) p. 13-22.

65. Ing. Rafael Turrent, comunicación personal.

66. Observación personal, 1987.

67. Observaciones personales, 1990-1991.

68. Brower y Calvert, Hedrick y Christian 1977: p. 235; Calvert, comunicación personal.

69. Calvert 1982, comunicación personal.

70. Observaciones personales 1980-1985

71. Calvert 1982, comunicación personal.

73. Localidad tipo es aquella de la que procede el ejemplar con el cual se describe una población de mariposas como especie, subespecie, raza, etcétera.

74. *Euploea curassavicae* fue descrita por Fabricius en 1807, con localidad tipo "America Meridional" y tiene prioridad sobre *Anosia megalippe* descrita por Huebner en 1819, en caso de referirse a la misma población y ser considerada sinónimo.

75. Gerardo Lamas Mueller, comunicación personal.

Roberto G. de la Maza Elvira: Asesor interno (Sedesol)