

Primera parte

---

## **La perspectiva biogeográfica y ecosistémica**



# 1 El conocimiento biogeográfico de las especies y su regionalización natural

---

AUTORES RESPONSABLES: David Espinosa Organista • Susana Ocegueda Cruz

COAUTORES: Claudia Aguilar Zúñiga • Óscar Flores Villela • Jorge Llorente-Bousquets

AUTORES DEL APÉNDICE: Susana Ocegueda Cruz • Balbina Vázquez Benítez •

David Espinosa Organista


REVISORES: Antony Challenger • Francisco González Medrano • Juan José Morrone Lupi

---

## CONTENIDO

- 1.1 Introducción / 34
- 1.2 Los patrones geográficos de la biodiversidad / 41
  - 1.2.1 Las regionalizaciones del territorio mexicano / 45
- 1.3 Provincias biogeográficas / 49
  - 1.3.1 Región Neártica / 49
    - Zona de Transición Mexicana de Montaña (ZTMM) / 54
  - 1.3.2 Región Neotropical / 58
    - Neotrópico árido del norte / 58
    - Neotrópico subhúmedo y húmedo de Mesoamérica / 60
- Referencias / 63

## Apéndices

Apéndice 1.1. *Especies endémicas y características de las provincias biogeográficas de México* / 

---

Espinosa, D., S. Ocegueda *et al.* 2008. El conocimiento biogeográfico de las especies y su regionalización natural, en *Capital natural de México*, vol. I: *Conocimiento actual de la biodiversidad*. CONABIO, México, pp. 33-65.

## Resumen

En el ámbito mundial, México ocupa el lugar 14 en extensión territorial, y en él habita la cuarta biota más rica del mundo —octavo lugar en aves, quinto en flora vascular y anfibios, tercero en mamíferos y primero en reptiles—, que contribuye, en promedio, con 10% de la riqueza global en cada taxón. Su diversidad de ecosistemas y su riqueza genética lo ubican en un lugar privilegiado en el mundo. Esta elevada biodiversidad se explica por su gran complejidad fisiográfica y por su intrincada historia geológica y climática. La flora y fauna mexicanas muestran patrones geográficos correlacionados con el comportamiento del medio físico. La riqueza de especies y de endemismos de cada grupo no son uniformes a lo largo del territorio mexicano, sino que muestran tendencias geográficas y

discontinuidades. El endemismo es un recurso para reconocer provincias biogeográficas —áreas con identidad ecológica e histórica sustentadas por la amplia superposición de las distribuciones de varias especies— y para organizarlas en un sistema jerárquico de clasificación biogeográfica. En este capítulo se describe un sistema de clasificación biogeográfica constituido por 20 provincias, con base en la distribución de helechos, coníferas, plantas con flores y vertebrados (anfibios, reptiles, aves y mamíferos), agrupadas en dos reinos, Neártico y Neotropical, que incluyen cuatro regiones, Pacífica Norteamericana (con dos provincias), Zona de Transición Mexicana de Montaña (con ocho), Tropical Árida de América del Norte (con seis) y Caribe (con cinco).

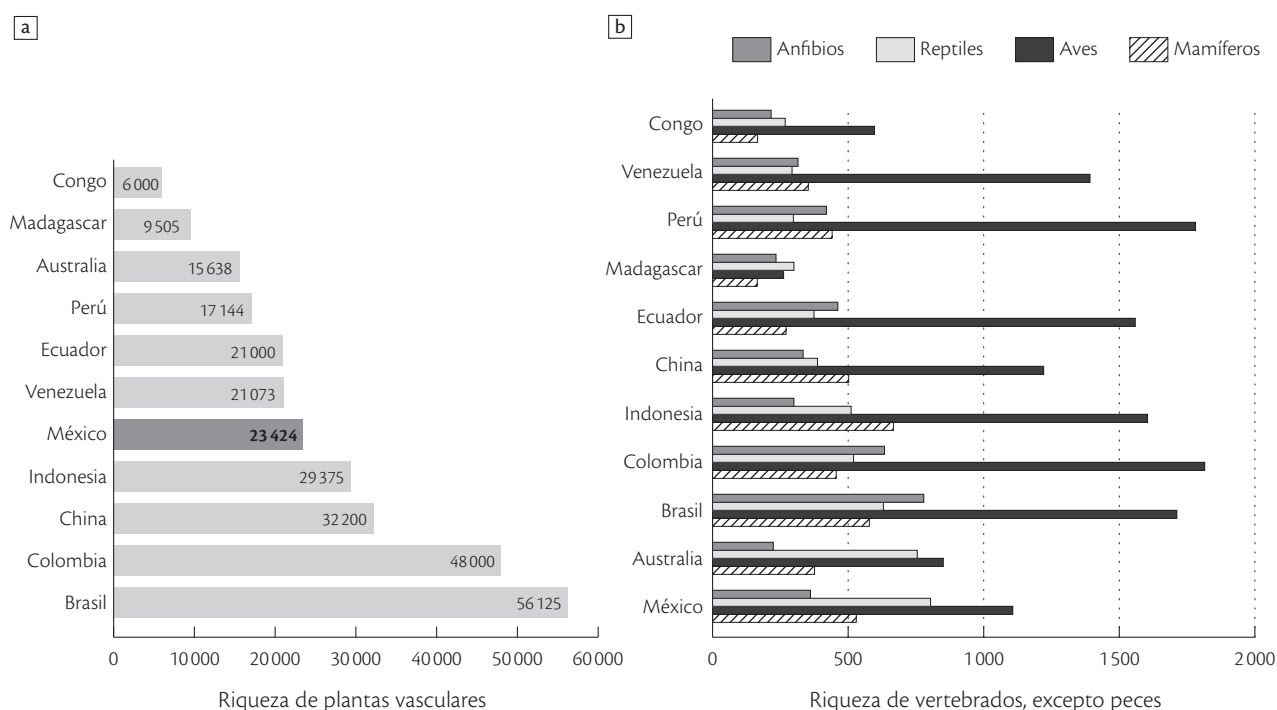
## 1.1 INTRODUCCIÓN

Los llamados países megadiversos son aquellos que pertenecen a una muestra de 10% de los países en los que el mundo está dividido (~170 países), de tal forma que por combinación de sus especies se obtiene la máxima diversidad biológica posible, tanto en número de ecosistemas (terrestres y acuáticos), como de especies y riqueza genética. México se ubica en el cuarto lugar de ese privilegiado grupo de 17 países que conjuntamente albergan cerca de 70% de las especies conocidas, y con frecuencia contribuye con 10% de la riqueza biológica global de cada taxón (Mittermeier *et al.* 1997; Sarukhán y Dirzo 2001; véanse datos actualizados en Llorente y Ocegueda, capítulo 11 de este volumen); por ejemplo, México ocupa el segundo lugar en especies de reptiles y está entre los cinco primeros lugares en anfibios, mamíferos y plantas con flores (Fig. 1.1). México es, pues, un país megadiverso por su elevado número de especies, pero también por su riqueza de endemismos (especies exclusivas de México), de ecosistemas y por la gran variabilidad genética mostrada en muchos grupos taxonómicos, resultado de la evolución o diversificación natural y cultural en el país. Las culturas prehispánicas mesoamericanas domesticaron gran número de especies, como el maíz, el jitomate, el amaranto, la vainilla, la calabaza, el algodón, gran variedad de chiles, diversas especies y variedades de nopales y frijoles, así como el cacao, a la vez que usaron cerca de 2 000 especies más, tanto silvestres como cultivadas, con fines alimenticios, terapéuticos, textiles y de construcción (Martínez 1937; Hernández-X. 1993). La diversidad

genética puede ejemplificarse con el caso del maíz, que luego de 4 000 años de evolución por domesticación produjo 35 razas y 5 subrazas del grano, al que le dieron al menos 10 usos diferentes (Hernández-X. 1972). Aun en nichos económicos no explotados antes de la conquista, como es el caso de la ganadería, mantenían un acervo biológico extenso que permitió más tarde usar 80 especies nativas de pastos para la cría de ganado vacuno, caprino, lanar y porcino (Hernández-X. 1958-1959).

La gran diversidad biológica de México se expresa como un complejo mosaico de distribución de especies y ecosistemas, en el que se observan tendencias geográficas de su riqueza de especies y patrones de acumulación de especies endémicas (véanse los capítulos 2 y 12 de este volumen). Esta complejidad biológica está relacionada con la gran heterogeneidad del medio físico mexicano, que a su vez es producto de una historia geológica y climática muy compleja.

La fisiografía del territorio mexicano es el resultado de la interacción de cinco placas tectónicas (Ortega *et al.* 2000; Fig. 1.2) —Norteamericana, del Pacífico, Rivera, de Cocos y del Caribe—, cuya acción conjunta ha originado cordilleras por plegamiento (Sierra Madre Oriental, Sierra Madre del Sur) o por vulcanismo (Sierra Madre Occidental, Faja Volcánica Transmexicana); las mesetas (Altiplano central) y depresiones (Balsas y Chiapas) quedaron confinadas entre las cordilleras principales. Debido a ello, tenemos un territorio que en el norte alcanza casi los 2 000 kilómetros de costa a costa, desde Tijuana (Baja California) hasta Matamoros (Tamaulipas); en contraste, al sureste del país, el Istmo de Tehuantepec apenas rebasa



**Figura 1.1** Ubicación de México entre los países megadiversos (WRI 2004).

los 200 km de amplitud, en su parte más estrecha. La Península de Yucatán es una amplia planicie que solo en su extremo sur rebasa los 200 m de elevación sobre el nivel del mar; su origen es el resultado de la emersión de la Placa del Caribe. En cambio, la Península de Baja California es una franja larga de terreno montañoso que se extiende de norte a sur, cuyo origen está asociado con los desplazamientos tangenciales de la Placa del Pacífico con respecto a la Placa Norteamericana. Por otro lado, la parte continental del país está conformada por cinco sistemas montañosos, dos grandes llanuras costeras y una altiplanicie. Aun las llanuras y planicies tienen sistemas montañosos aislados que dan lugar a una diferenciación climática importante que repercute en el incremento de la biodiversidad y del número de endemismos. Tal es el caso de las sierras de La Giganta y La Laguna, en la Península de Baja California; la pequeña Sierra de Los Tuxtlas, formada por volcanes aislados relacionados bióticamente con la Faja Volcánica Transmexicana, pero con un alto grado de endemismos, así como la gran cantidad de serranías que cruzan el Altiplano mexicano a diferentes latitudes.

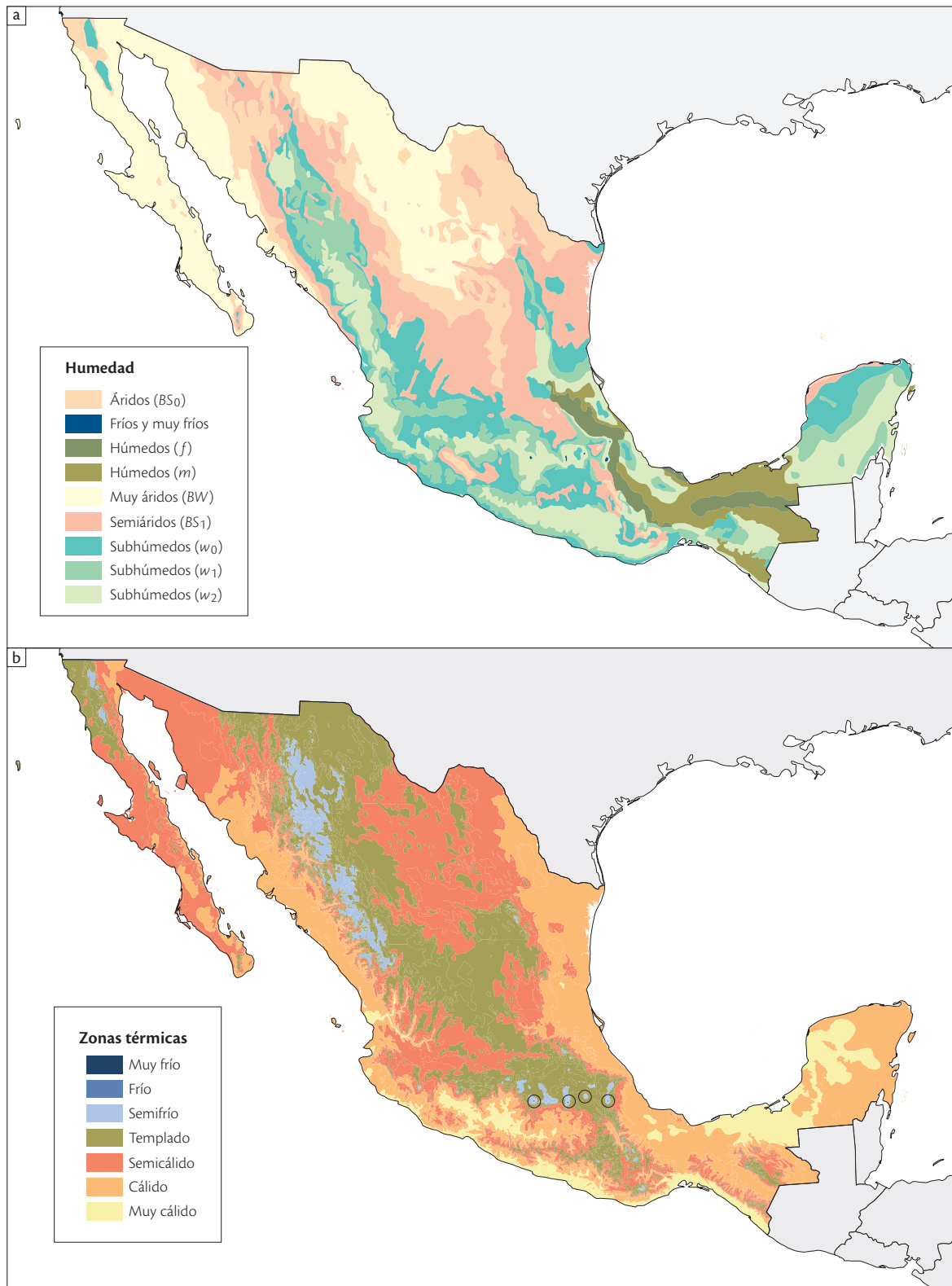
La forma de embudo del territorio mexicano, ancho en el norte y estrecho en el sur, los sistemas montañosos (Sierras Madre) que convergen hacia el sur y sureste de

México, la acción de los vientos alisios y la oscilación estacional del cinturón subtropical de alta presión contribuyen a un patrón climático tan diverso que, al aplicar cualquier sistema de clasificación, todos los climas quedan representados en el país (García 2004; Vidal-Zepeda 2005): desde muy secos en el norte, hasta subhúmedos y muy húmedos al sur (Fig. 1.3a); secos y subhúmedos en la vertiente pacífica hasta húmedos con lluvias todo el año en la vertiente del Golfo de México; tropicales sobre las costas y depresiones, hasta fríos en los picos de las montañas más altas, por encima de los 4 000 m de altitud (Fig. 1.3b).

En general, al sur del Trópico de Cáncer la vertiente del Golfo de México es más húmeda que la del Pacífico (Fig. 1.3a), como resultado de la acción de los vientos alisios. En cambio, al norte del Trópico de Cáncer el aire descende como consecuencia de la convergencia a gran altitud de las corrientes de retorno de los grandes sistemas de vientos (alisios y “del oeste”). Esta gran subsidencia del aire se conoce como anticiclón y es causa de la presencia de los principales desiertos en el mundo. Así, entre los 23° y 30° de latitud norte encontramos los desiertos Sonorense y Chihuahuense. Estas tendencias climáticas se modifican por el relieve, que produce el llamado “efecto de sombra pluvial” sobre todas las cordilleras, donde se



**Figura 1.2** Estructuras neotectónicas de México (modificado de Ortega et al. 2000): estructuras y provincias (líneas delgadas); límites de placas (líneas gruesas); pliegues del Golfo de México (trazas axiales); litosfera oceánica (diagonales amplias); grabenes (achurado) de Tepic (T), Colima (CO), Chapala (PC); Golfo de Tehuantepec (GT); fallas de Salina Cruz (SC), Polochic (P), Motagua (M) y Jicotán-Chameleón (J-C); Macizo de Chiapas (CM) y Depresión del Caimán (CT).



**Figura 1.3** Distribución de climas en México, dividida en dos componentes: **(a)** distribución de humedad (García-CONABIO 1990), **(b)** distribución de temperaturas (García-CONABIO 1998).

Los círculos señalan las zonas muy frías.

alternan una vertiente húmeda a barlovento y otra seca a sotavento (Mosiño 1974). Todas las cordilleras muestran ese patrón. Un caso ilustrativo se apreciará mediante un perfil trazado desde la llanura costera de Veracruz (clima subhúmedo), pasando por la Sierra de Zongolica (clima muy húmedo con lluvias anuales totales cercanas a los 2500 mm), hasta el Valle de Tehuacán-Cuicatlán (muy seco con lluvias anuales totales inferiores a los 500 mm).

Las temperaturas tienen un comportamiento correlacionado con la elevación del terreno sobre el nivel del mar. Las temperaturas medias anuales más altas (mayores a los 26 °C) se presentan a lo largo de las costas y disminuyen paulatinamente hacia las montañas, alcanzando los niveles más bajos en las cimas nevadas de volcanes como el Pico de Orizaba, los nevados de Colima y Toluca y la Sierra Nevada (Iztaccíhuatl-Popocatepetl). Por otra parte, la oscilación anual de temperaturas (OAT)—la diferencia de temperaturas entre los meses más frío y más caliente— muestra un comportamiento correlacionado directamente con la latitud. De esta manera, las costas de Chiapas se caracterizan por una OAT casi nula o isotermal (inferior a los 5 °C), mientras que el extremo norte de México, al norte del Trópico de Cáncer, muestra un clima más extremo, que alcanza hasta los 25 °C de oscilación. La humedad aportada por las corrientes marinas amortigua la oscilación térmica donde el continente es estrecho, como en el Istmo de Tehuantepec (efecto de maritimidad), y disminuye su influencia en la medida en que el continente se vuelve más ancho (efecto de continentalidad). Además, la diferencia entre fachadas es aun más acusada debido a la influencia de las corrientes marinas. A la trayectoria de los grandes sistemas de vientos y subsidencias habrá que agregar que el Golfo de México es dominado por una corriente marina cálida que representa un aporte rico y constante de vapor de agua, mientras que las costas del Pacífico del noroeste de México tienen la influencia de la corriente fría de California, la cual influye en una mayor aridez especialmente sobre la Península de Baja California y en las llanuras costeras de Sonora.

La gran heterogeneidad del medio físico ha permitido el desarrollo de una elevada riqueza de especies que están integradas, a su vez, en gran variedad de ecosistemas. El patrón de distribución de la vegetación es resultado del clima sobre un relieve de constitución geológica determinada. Algunos sistemas de clasificación de la vegetación, aplicados a México, han reconocido hasta 50 tipos diferentes (Miranda y Hernández-X. 1963; INEGI 1989; González-Medrano 2003; cuadro 1.1; Fig. 1.4).

La riqueza de especies tiene una tendencia general a incrementarse hacia el sur del territorio mexicano, alcanzando su valor máximo en el centro-noreste de Oaxaca, donde convergen la Sierra Madre del Sur, el Eje Neovolcánico, la Sierra Madre Oriental, la Sierra del Norte de Oaxaca y el Valle de Tehuacán-Cuicatlán (Villaseñor *et al.* 2005). Allí se observa la mayor heterogeneidad de hábitat y la historia geológica y paleoclimática más compleja. En cambio, los endemismos son más frecuentes tanto en las montañas del sur de México como en las áreas del medio tropical semiárido y subhúmedo (Rzedowski 1991b; Llorente y Luis 1993). El número de especies endémicas se eleva a lo largo de la vertiente del Pacífico y sobre el Altiplano. Sobre las cordilleras, las áreas de endemismo son mayores en el noroeste, y aumentan en número y disminuyen en tamaño hacia el sureste. La distribución de especies endémicas, en combinación con las unidades morfoestructónicas, genera un conjunto de áreas que llamamos “provincias biogeográficas”, es decir, áreas con identidad fisiográfica y ecológica, donde las distribuciones de dos o más especies endémicas se superponen. Los patrones geográficos de la riqueza de especies y del endemismo en México han sido descubiertos, descritos, clasificados e interpretados desde el siglo XIX, a partir del trabajo pionero del barón Alexander von Humboldt (Ramírez 1899).

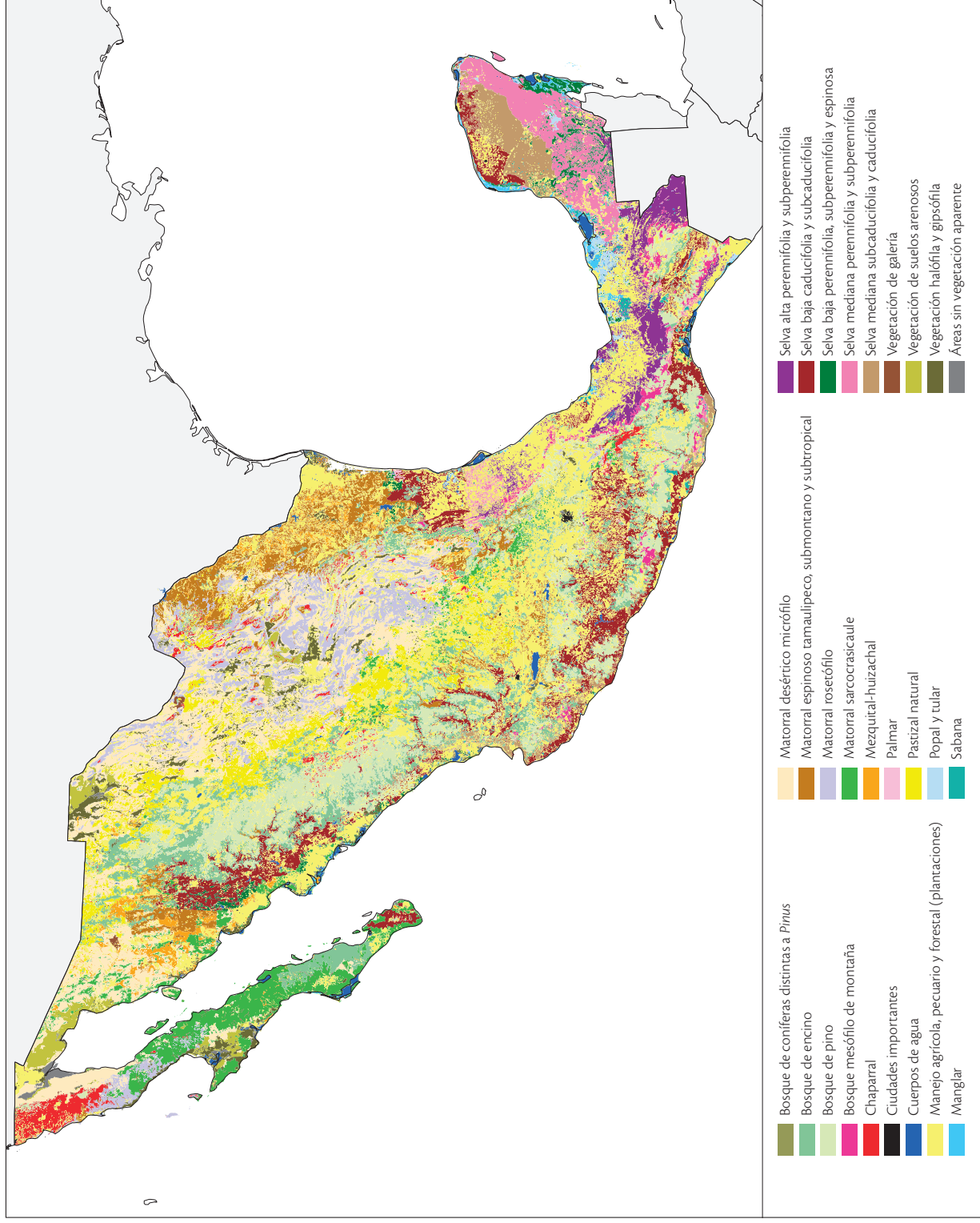
El patrón geográfico de heterogeneidad ambiental determina parcialmente los patrones geográficos de riqueza de especies; eso explica por qué el territorio mexicano puede mantener una biota tan diversa. En cambio, el origen de esa diversidad es un problema distinto. Hay dos grandes explicaciones complementarias acerca del origen de la flora y la fauna mexicanas. La primera consiste en que hubo invasiones o expansiones de grupos de plantas y animales, en distintos lapsos geológicos, desde el norte y el sur, que convergieron en diferentes áreas del país, lo cual incrementó el número de especies (véase el capítulo 2 de este volumen). La segunda explicación añade la participación de eventos geológicos y paleoclimáticos que fragmentaron la distribución pasada de las especies y que derivó en la formación o diversificación de muchas especies nuevas, que evolucionaron *in situ*. De esta forma es posible explicar tanto la elevada riqueza de especies como el gran número de taxones endémicos.

Sin embargo, esta diversidad es geográficamente heterogénea. Por ejemplo, al sur del Altiplano central, es decir, desde la cuenca del Río Grande de Santiago y la Faja Volcánica Transmexicana hasta las Sierras de Chiapas, el número de especies se incrementa significativamente, en



**Cuadro 1.1** Tipos de vegetación de México, de acuerdo con Francisco González Medrano (com. pers.)

DETERMINADOS POR CONDICIONES CLIMÁTICAS	Zonas tropicales (sin heladas)	Trópico húmedo	Selva alta	perennifolia	
				subperennifolia	
				subcaducifolia	
			Selva mediana	perennifolia	
				subperennifolia	
				subcaducifolia	
		Selva baja	perennifolia		
			subperennifolia		
			caducifolia		
	Trópico seco	Selva baja	espinosa perennifolia		
			espinosa caducifolia		
	Bosque mesófilo de montaña				
	Zonas templadas (con heladas)	Sin problemas de aridez	Bosque de coníferas	Bosque de <i>Pinus</i>	
				Bosque de <i>Abies</i>	
				Bosque de <i>Juniperus</i>	
				Bosque de <i>Pseudotsuga</i> y <i>Picea</i>	
Bosque de <i>Cupressus</i>					
Bosque de <i>Quercus</i>					
Bosque de pino-encino					
Vegetación de páramos de altura					
Pastizales					
Chaparrales					
Con problemas de aridez			Matorral submontano	Matorral alto espinoso	
		Matorral alto subinermes			
		Matorral crasicaule		cardonales	
				tetecheras	
		nopaleras			
		Matorral rosetófilo			
		Matorral micrófilo			
	Izotales				
Mezquital					
Zonas áridas	Hábitats terrestres	Agrupaciones de halófitas			
		Pastizales gipsófilos			
		Vegetación de desiertos arenosos			
	Vegetación hidrófila	Manglares			
		Tulares			
		Bosques de galería			
		Algunos bosques de coníferas			
	Zonas templadas	Hábitats terrestres	Tular y carrizal		
			Vegetación flotante		
		Vegetación hidrófila	Bosque de galería		
Zonas tropicales	Hábitats terrestres	Palmares			
		Sabanas			
		Vegetación de dunas costeras			
	Vegetación hidrófila	Manglares			
		Popales			
		Tasistales			
		Tintales			
		Asociaciones sumergidas o flotantes			



**Figura 1.4** Distribución geográfica de los grandes tipos de vegetación presentes en México (INEGI e INE 1981-1991).

especial en las sierras y valles de los estados de Oaxaca, Chiapas, Veracruz, Tabasco y Guerrero.

Hasta la fecha, la riqueza biológica de México no está descrita completamente. Los grupos mejor estudiados son los vertebrados; a pesar de ello, en los últimos 20 años las clasificaciones de aves, mamíferos, anfibios y reptiles han sido modificadas sustancialmente a la luz de nuevos análisis sobre la filogenia de las especies y con la incorporación de datos y análisis moleculares, los cuales han revelado la existencia de muchas especies más de las que se tenían estimadas, así como nuevas formas de agruparlas (Frost y Etheridge 1989; Sibley y Ahlquist 1990; Duellman 1993; Macey *et al.* 1997; Glaw y Kohler 1998). La riqueza de especies de un país se ha tratado de estimar de varias formas. Se han empleado, por ejemplo, simples reglas de tres a partir del tamaño del país, relaciones potenciales entre la riqueza de especies y el área de un país o territorio, basados en el modelo de equilibrio de la riqueza de especies en islas (Crawley y Harral 2001); otros intentos se basan en la proporción entre la riqueza de familias, géneros y especies mejor conocidas, los cuales se usan de referencia para extrapolarlos al número total estimado de familias y especies de todo un país (Rzedowski 1991a); en fin, tenemos los modelos que tratan de explicar la relación entre el número de especies conocidas que se acumulan con el tiempo, o la unidad de esfuerzo de estudio de un grupo taxonómico determinado (Soberón y Llorente 1993; Colwell y Coddington 1994; Gotelli y Colwell 2001). En ese contexto, la flora y fauna mexicanas están descritas y catalogadas dentro de un intervalo que va de 70 a 90 por ciento, variando este margen ampliamente en cada grupo (véase el capítulo 11 de este volumen).

## 1.2 LOS PATRONES GEOGRÁFICOS DE LA BIODIVERSIDAD

En un contexto geográfico, a escala regional, hay dos grandes orientaciones de estudio de la diversidad biológica de México. La primera, ecogeográfica o macroecológica, estudia los patrones de variación geográfica de los seres vivos reunidos en grupos funcionales, como el número de especies o la composición de formas de vida. La segunda, biogeográfica, estudia los patrones de distribución de los seres vivos en función de la evolución de la Tierra y la diversificación de los taxones. Ambos enfoques de estudio son complementarios.

La distribución de las especies no es azarosa, sigue patrones que responden a diferentes factores actuales o pa-

sados. Esto es, la distribución de cada especie está determinada por su adaptación al medio, pero también por su historia evolutiva. Como en otras partes del mundo, en México también se pueden observar conjuntos de especies que, aunque no tengan parentesco evolutivo cercano, muestran los mismos límites en sus distribuciones. Así, hay conjuntos de especies que se distribuyen desde las montañas de América Central y del Sur y que, sobre la vertiente del Golfo de México, interrumpen abruptamente su distribución al borde del Río Pánuco, como algunas especies de árboles del género *Clethra* —frecuente en bosques de niebla de Tamaulipas y Nuevo León a lo largo de la Sierra Madre Oriental—; otras, en cambio, no rebasan el extremo oriental del Eje Neovolcánico (ENV) (Sierra de Chiconquiaco, Veracruz); otras, sobre la vertiente del Pacífico, no rebasan los límites entre las cuencas de los ríos San Pedro y San Lorenzo (Sinaloa); otras más no pasan la barrera del ENV (Cabo Corrientes, Nayarit). Algunos pinos se distribuyen sobre las vertientes secas de las montañas que rodean el Altiplano mexicano, como algunas variedades del pino piñonero (*Pinus cembroides*), mientras que otros pinos de hojas blandas, como *Pinus patula*, se distribuyen sobre las zonas más húmedas de la vertiente del Golfo de México, siguiendo la distribución de los bosques de neblina (bosques mesófilos de montaña). Estos conjuntos con la misma distribución son el recurso para reconocer componentes bióticos, regiones y provincias biogeográficas.

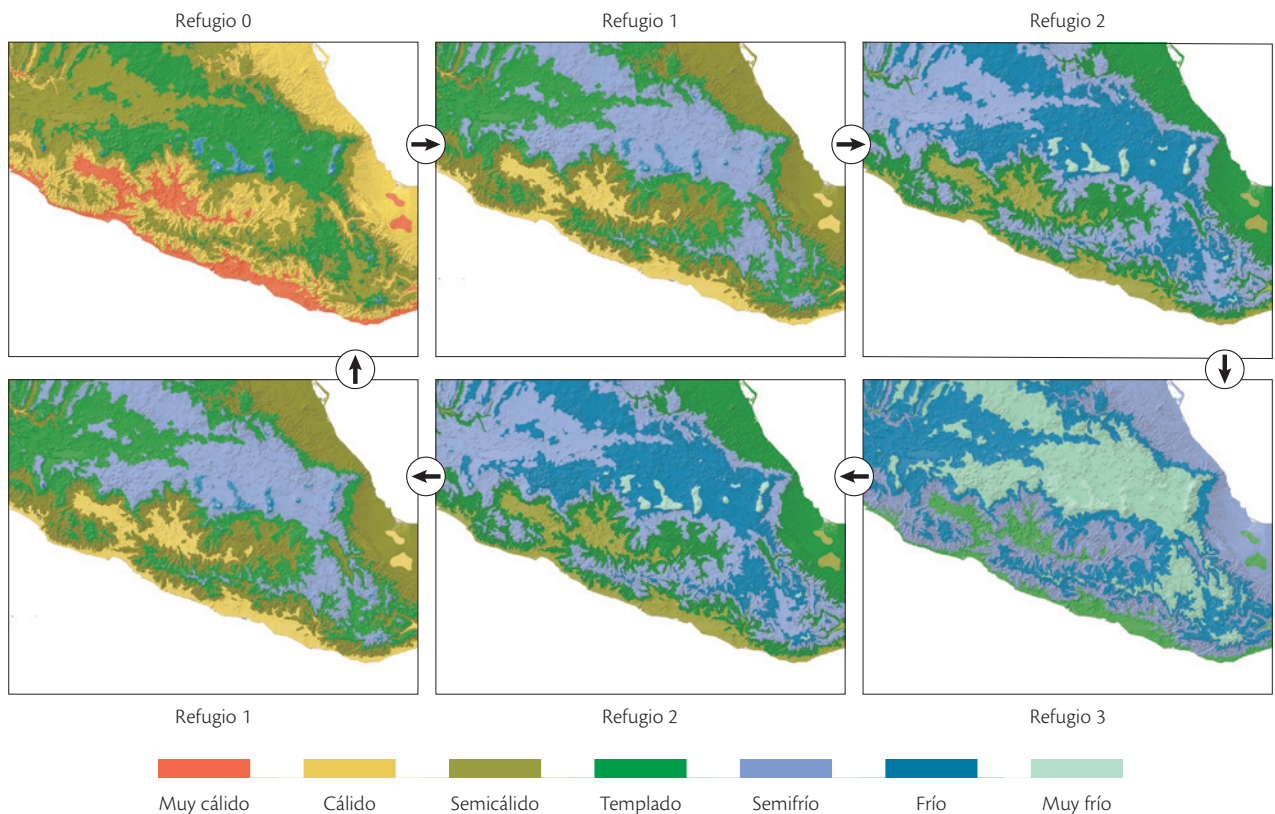
El patrón geográfico de la riqueza de especies de los grandes grupos de flora y fauna de México muestra una mayor concentración de especies hacia las áreas de mayor complejidad geológica y ecológica. Por ello, las cordilleras y sus áreas vecinas contienen la mayor densidad de especies. En especial, las cordilleras al sur del Trópico de Cáncer constituyen un gran nodo donde convergen las floras y faunas de los más diversos linajes, procedentes del ENV, la Sierra Madre del Sur, la Oriental, la del norte de Oaxaca, las Sierras Transísmicas, el Valle de Tehuacán-Cuicatlán, la Depresión del Balsas y las vertientes costeras del Pacífico sur y del Golfo de México. Ahí se concentra la mayor diversidad de tipos de vegetación y de especies (Rzedowski 1978, 1991a, 1991b; Villaseñor *et al.* 2005). Sin embargo, las variaciones en la riqueza de especies dentro de esta área son muy heterogéneas. Las localidades estudiadas en la vertiente del Golfo de México son, en general, más ricas en especies que las del Pacífico; sin embargo, un conjunto de localidades distribuidas sobre la vertiente del Pacífico tienen regularmente más especies que un número igual de localidades distribuidas

sobre la del Golfo de México (Villaseñor *et al.* 2005). En otras palabras, la diversidad alfa (riqueza local de especies) es mayor sobre la vertiente del Golfo de México, mientras la diversidad beta (reemplazo o sustitución de especies) es mayor sobre la del Pacífico. La explicación de ello radica en el componente de las especies endémicas, que es mayor sobre las áreas del Pacífico. Eso significa que si hacemos un recorrido a lo largo de la costa del Pacífico, la composición de especies cambiará más rápidamente de un lugar a otro. Hay gran cantidad de especies cuya distribución está restringida a áreas confinadas por barreras físicas o climáticas.

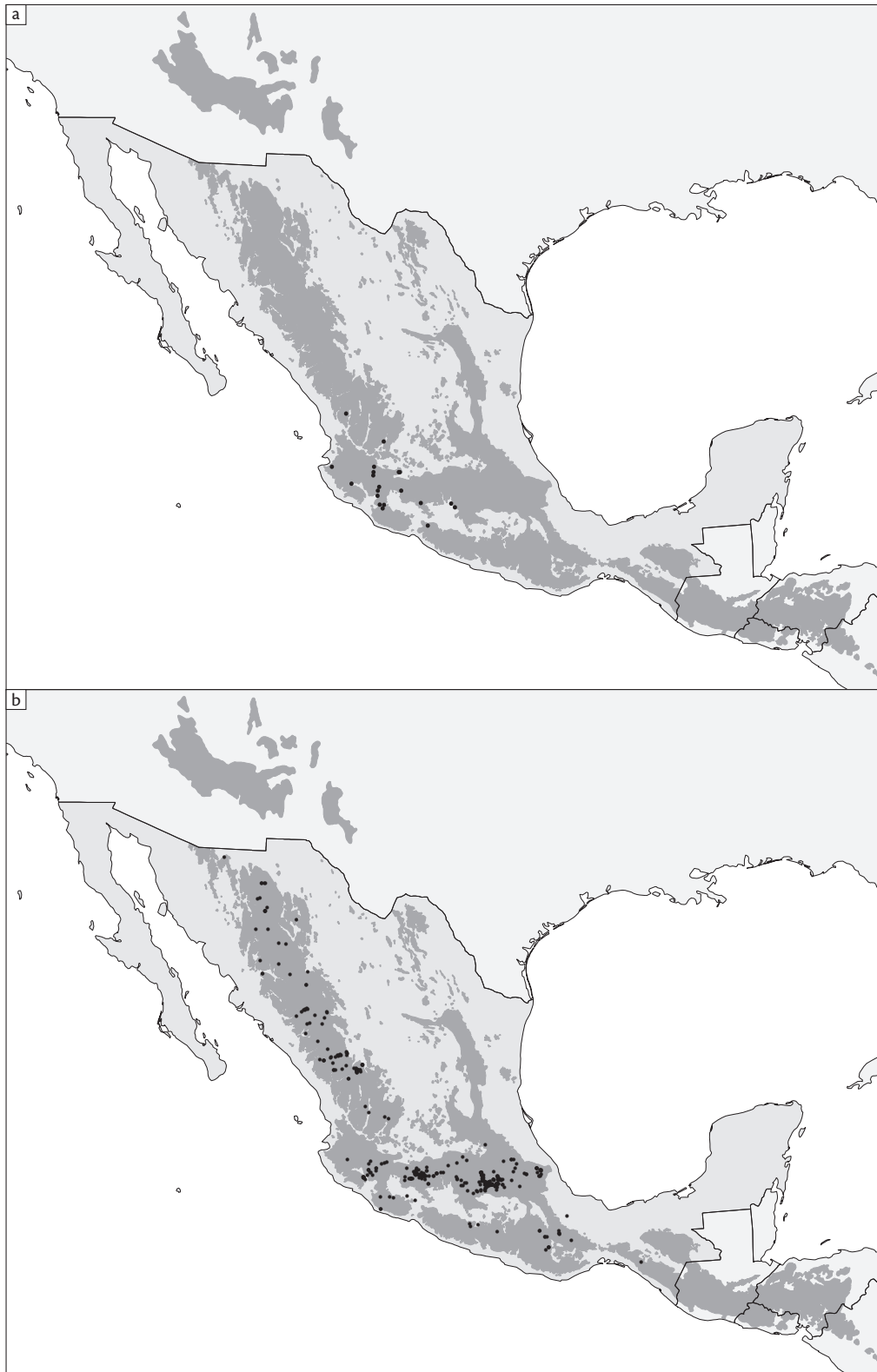
Hay especies endémicas o exclusivas de la Depresión del Balsas, o más aún, endémicas del Cañón del Zopilote (pequeña área ubicada en el centro del Balsas). Especies como el conejo de los volcanes, también llamado zacatuche o teporingo (*Romerolagus diazi*) es considerado microendémico, debido a que su distribución está restringida a los pastizales subalpinos de las montañas que rodean los valles de Toluca y México. Es el mismo caso de *Bursera chemapodicta*, especie exclusiva del Cañón del Zopilote,

y de *Lacandonia schismatica*, de la selva Lacandona, en Chiapas. Por ello es importante definir el marco de referencia de nuestra evaluación del endemismo. El endemismo ha sido explicado como el resultado de la evolución conjunta de varios linajes que fueron afectados por los mismos eventos de fragmentación de sus distribuciones (Humphries y Parenti 1999). Una vez fragmentadas las poblaciones, el intercambio genético se interrumpe y, a lo largo de muchos miles de años de tal aislamiento, se generan especies nuevas. Otros autores (Toledo 1982; Wendt 1993) han explicado la alta diversidad de especies con base en las fluctuaciones climáticas como el motor generador de especies en México (Fig. 1.5); la alternancia de climas seco-húmedo y cálido-frío ha actuado como agente fragmentador de la distribución de especies. Este modelo de distribución-especiación ha sido llamado “modelo de refugios pleistocénicos” (Toledo 1982; Wendt 1993).

Rzedowski (1991b) hizo una estimación de las especies que habitan el país y distinguió cuatro categorías de distribución de las especies de plantas mexicanas (figura 1.6): a) las endémicas de México; b) las endémicas de



**Figura 1.5** Modelo de refugios pleistocénicos. *Nota:* involucra ciclos de enfriamiento (glaciación) y calentamiento (interglaciación) de la Tierra, que repercuten en la fragmentación y reducción de las áreas de distribución de las especies tropicales en áreas ‘refugios’.



**Figura 1.6** [Esta página y la siguiente.] Cuatro casos típicos de distribuciones de plantas mexicanas: **(a)** México (*Bursera roseana*: Burseraceae); **(b)** Megaméxico I (*Pinus leiophylla*: Pinaceae); **(c)** Megaméxico II (*Pinus teocote*), y **(d)** Megaméxico III (*Quercus rugosa*: Fagaceae).

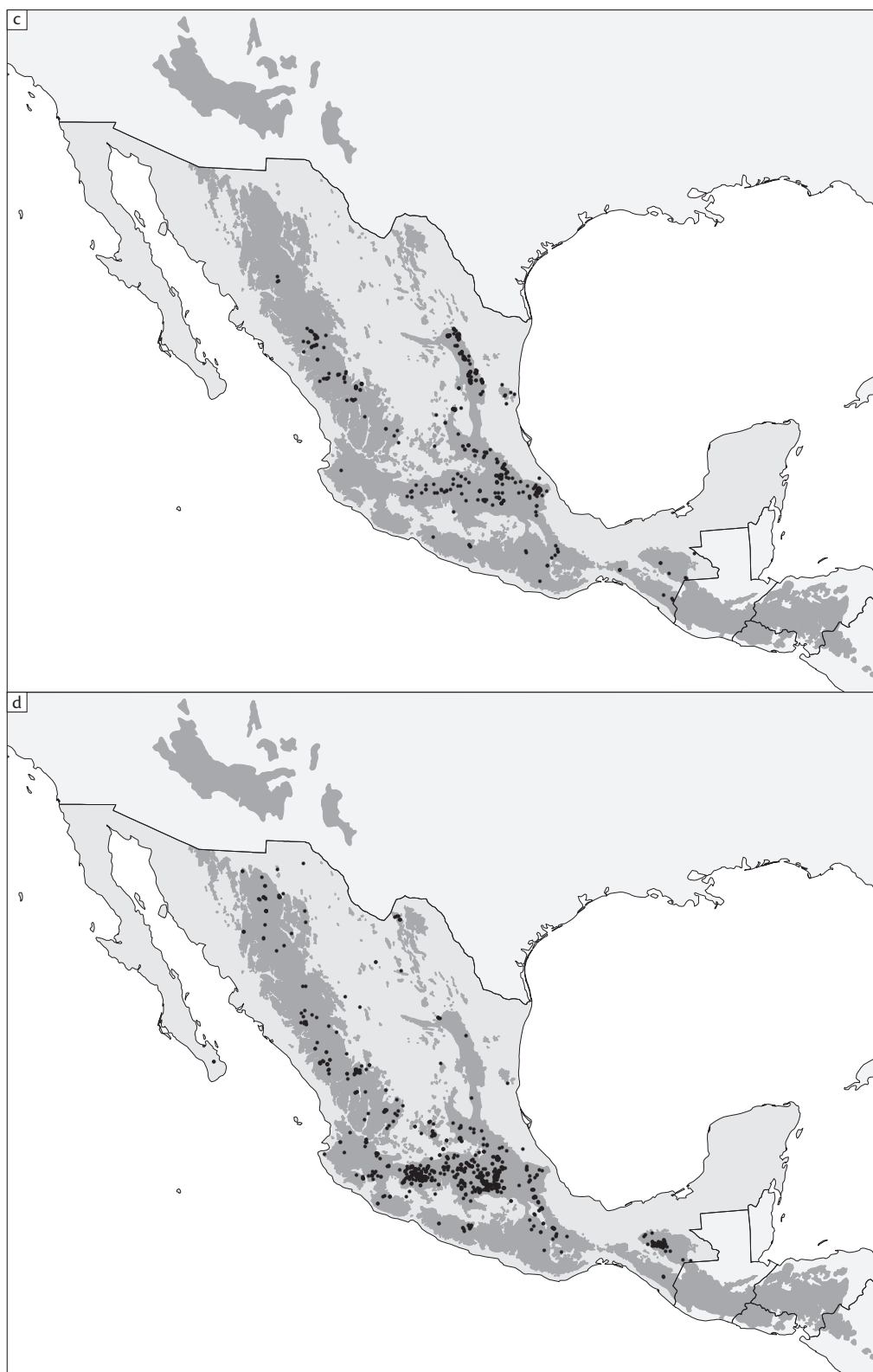


Figura 1.6 [concluye].

Megaméxico I (especies que se distribuyen en México y el suroeste de EUA); c] las endémicas de Megaméxico II (desde México hasta la depresión central de Nicaragua); d] Megaméxico III (desde el suroeste de EUA hasta la depresión central de Nicaragua). Con base en estas categorías, Rzedowski evaluó el componente endémico de México y encontró que la vegetación de los medios montano (bosques de coníferas y encinos), árido (matorrales xerófilos y pastizales) y subhúmedo (bosques tropicales caducifolios, subcaducifolios y espinosos) contribuyen mayoritariamente en el número de especies endémicas, y por consiguiente a la riqueza total de especies del país, a pesar de no ser localmente diversos (Fig. 1.7). Llorente y Luis (1993) propusieron el término general de “cuasiendémico” para aquellas especies cuya distribución abarca al menos un 80% del territorio mexicano, englobando así a los tres Megaméxicos en una sola categoría.

### 1.2.1 Las regionalizaciones del territorio mexicano

Hacia la mitad del siglo XIX, la geografía botánica y zoológica sintetizaba los patrones biogeográficos y las tendencias de estudio siguientes (Blanco y Fernández 1845):

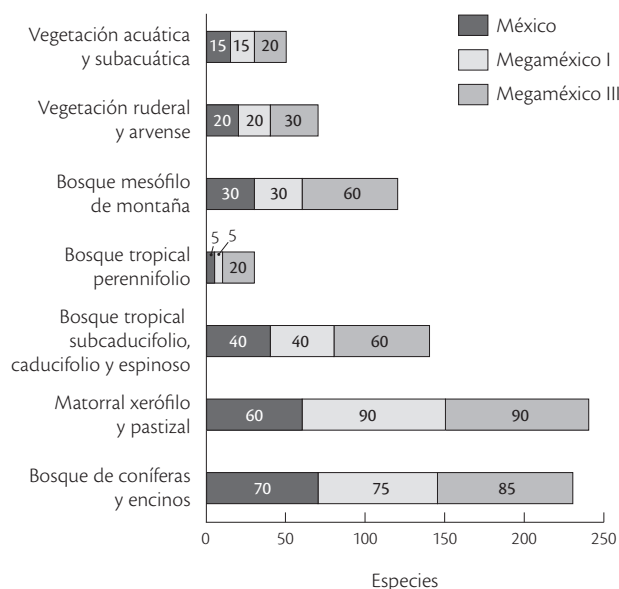
1. Es frecuente observar dos o más taxones (especies, géneros o familias) con la misma distribución. Este hecho es el principal recurso para reconocer “regiones botánicas” (hoy día conocidas genéricamente como *áreas de endemismo*). Las especies utilizadas para sustentar las regiones botánicas son llamadas “endémicas” o “aborígenes”.

2. El número de especies aumenta desde los polos hacia el Ecuador, mientras que el número global de taxones supraespecíficos (por ejemplo géneros o familias) aumenta de norte a sur en cualquier continente. Esto no es válido para cada taxón particular. Por ejemplo, el número de criptógamas y monocotiledóneas aumenta hacia los polos.

3. Hay una sucesión latitudinal de formas de vida vegetal que es análoga a la sucesión altitudinal. Este es el criterio usado para identificar zonas de vida.

4. Las áreas de distribución son, en general, más amplias en tierras templadas y frías que en las tropicales. Este hecho, combinado con la distribución endémica, resulta en un mayor número de áreas de endemismo en la zona intertropical.

En 1858, Phillip Lutley Sclater publicó un sistema de seis regiones biogeográficas basadas en la distribución de aves. El sistema de Sclater fue adoptado y reinterpretado por Wallace (1876) y muchos otros; aún en nuestros



**Figura 1.7** Riqueza aproximada de plantas mexicanas en los grandes tipos de vegetación del país y su proporción de especies endémicas y cuasiendémicas de México, de acuerdo con Rzedowski (1991b). La categoría de cuasiendémicas incluye los tipos Megaméxico I, II y III.

días el de Sclater es el sistema de regiones biogeográficas más popular en la literatura relacionada con el tema. En ella, México queda en el límite entre las regiones Neártica y Neotropical (Fig. 1.8).

Humboldt (1820) propuso una división del territorio mexicano en tres “regiones” botánicas. Las regiones de Humboldt estaban basadas en una división altitudinal de las formas de vida y era, de hecho, una división de zonas que clasificó y denominó como tierra caliente, tierra templada y tierra fría (Fig. 1.9a). Tal clasificación alcanzó el siglo XX en la obra biogeográfica sobre mariposas de México (Hoffmann 1940, 1941).

Martens y Galeotti (1842) adoptaron la clasificación de Humboldt, pero crearon ocho subdivisiones teniendo en cuenta la elevación, datos climatológicos, tipo de vegetación y presencia de algunos géneros endémicos de helechos. La elevación y el endemismo fueron fundamentales para subdividir la región Caliente, mientras que para dividir las regiones Templada y Fría consideraron además el tipo de suelo (Fig. 1.9b).

Fournier (1871) estudió la flora de helechos mexicanos y rechazó la división de dos vertientes. Él no encontró diferencias entre la flora pteridológica de los dos “Alpes mexicanos” (Sierra Madre Oriental y Occidental). Fournier destacó que de 605 especies reconocidas por él, *solo* 178



**Figura 1.8** Regiones biogeográficas del mundo, de acuerdo con Wallace (1876).

eran endémicas (¡casi la tercera parte!). Las otras 427 especies estaban distribuidas en México y otras áreas. Con base en ello reconoció seis patrones de distribución geográfica en los helechos mexicanos, delimitándolos con base en datos climatológicos; consideró que la mayoría de ellos son tan complejos y se entrecruzan tanto que es difícil establecer sus límites geográficos precisos. Las regiones o zonas de Fournier corresponden más a una clasificación de la vegetación, y sus divisiones son: 1] Litoral; 2] del Bosque Tropical; 3] de las Sabanas; 4] Templada; 5] de los Agaves, y 6] Superior.

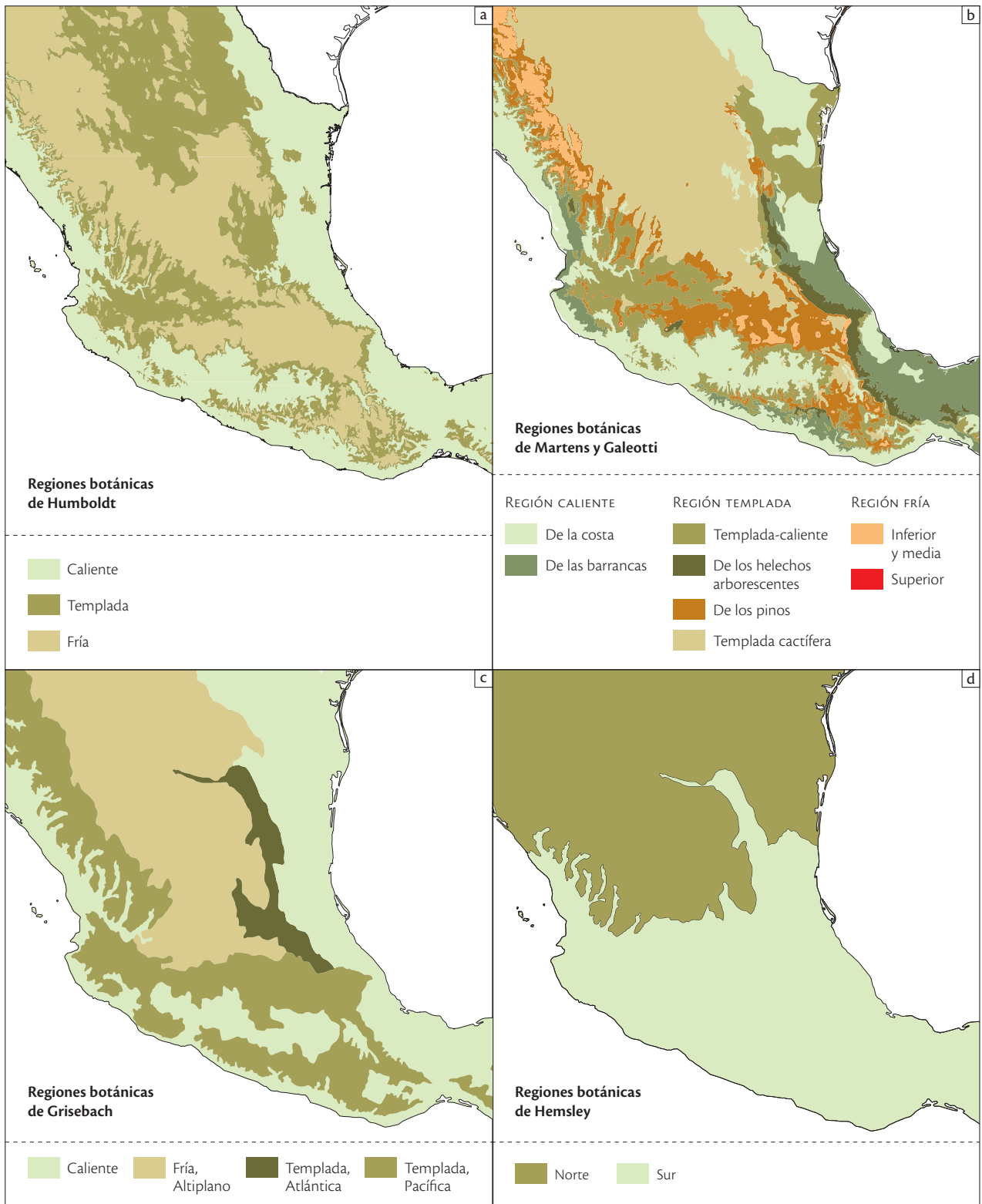
Grisebach (1876) propuso una división horizontal de tres regiones, basada en el relieve del territorio mexicano. La división de Grisebach consistió en el reconocimiento de una mesa elevada (hoy conocida como Altiplano mexicano) y dos vertientes, una Atlántica (que incluye principalmente la Sierra Madre Oriental) y otra Pacífica (que incluye las sierras Madre Occidental y del Sur y al Eje Neovolcánico). La clasificación de Grisebach (Fig. 1.9c) se puede entender sintéticamente como una región Caliente formada por las costas, una región Templada, que incluye las dos vertientes, y una región Fría representada por el Altiplano (Ramírez 1899).

Con base en el sistema de seis regiones mundiales del medio terrestre propuesta por Sclater (1858) y desarrollada por Wallace (1876), Hemsley (1887) dividió a Méxi-

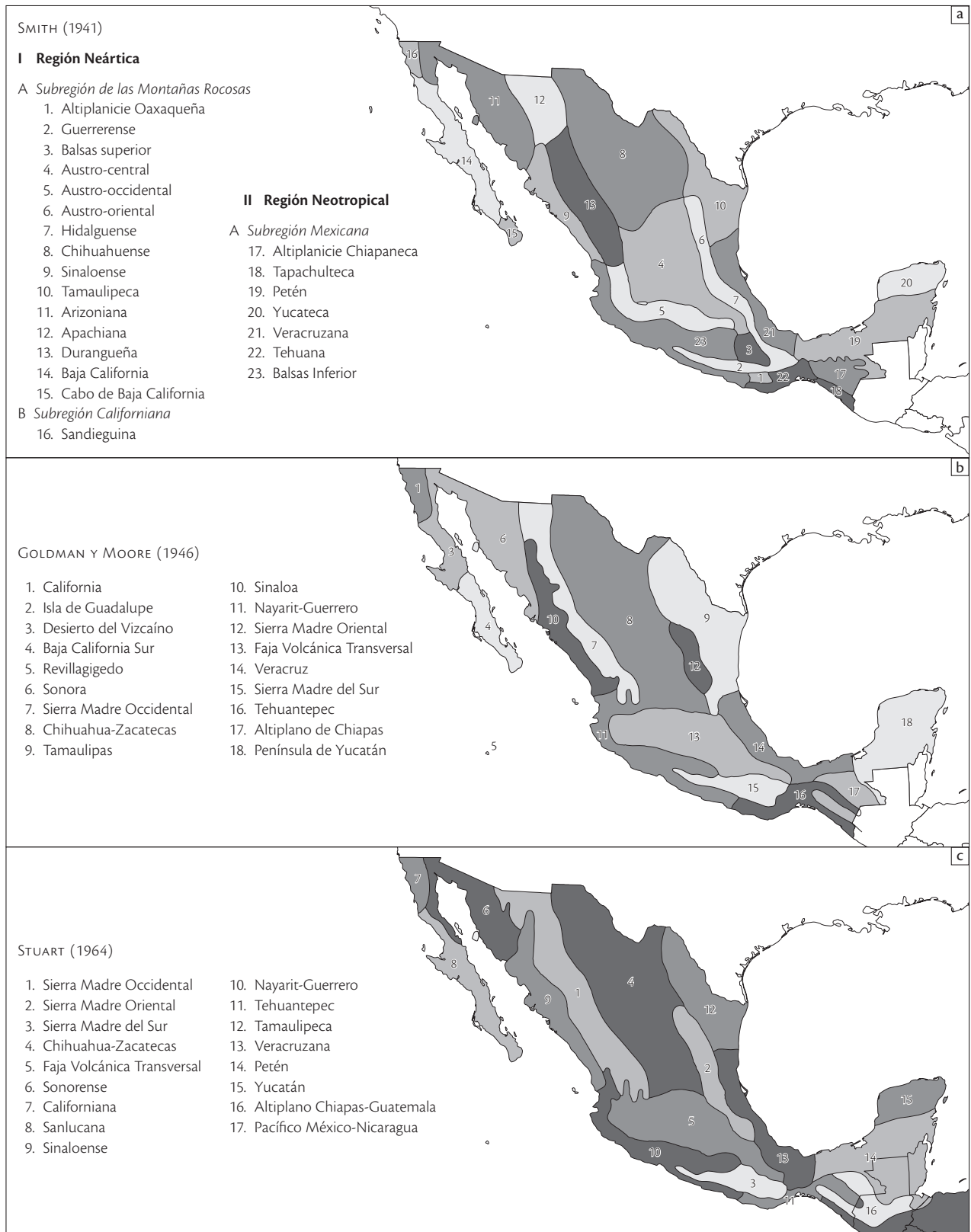
co en dos grandes “zonas”, una Norte y otra Sur (Fig. 1.9d), que corresponden con la Neártica y Neotropical, respectivamente. La zona Norte abarca desde el Río Bravo hasta El Paso y desde ahí oblicuamente hasta el Río Gila, que desemboca en el Golfo de California (no considera la Península de Baja California); al sur alcanza los estados de Sinaloa, Durango, Zacatecas y San Luis Potosí, extendiéndose cerca de 11° de latitud. La zona Sur se ubica entre los 16 y 23° latitud norte y 87 y 107° longitud oeste. Sin embargo, por su parte más ancha se extiende solo 8° de latitud. En esta zona Sur se incluyen todos los volcanes principales: de Colima, Cofre de Perote, Pico de Orizaba, Popocatepetl, Iztaccíhuatl, Zempoaltépetl y San Cristóbal.

A mediados del siglo xx, la clasificación biogeográfica de México fue retomada por diferentes zoólogos, entre los que destacan Smith (1941), quien propuso una clasificación de provincias bióticas de México con base en la distribución de especies de lagartijas del género *Sceloporus* (Fig. 1.10a); Dice (1943) a partir de la distribución de aves; Goldman y Moore (1945) con base en micromamíferos (Fig. 1.10b), y Stuart (1964) con base en la distribución de diferentes grupos de vertebrados (Fig. 1.10c). Las diferentes clasificaciones tienen similitudes generales, como reconocer un Altiplano mexicano, ya sea único o dividido (norte-sur); las principales cordilleras constituyen provincias biogeográficas; las penínsulas también





**Figura 1.9** Propuestas de clasificación de regiones botánicas para México, en el siglo XIX: (a) Humboldt; (b) Martens y Galeotti; (c) Grisebach, y (d) Hemsley.



**Figura 1.10** Propuestas de regionalización biogeográfica de México en el siglo xx: **(a)** Smith (1941); **(b)** Goldman y Moore (1945), y **(c)** Stuart (1964).

representan provincias con subdivisiones muy parecidas. Eso significa que hay correspondencia en la distribución de diferentes taxones, lo que resulta en patrones de endemismo con gran semejanza, independientemente de su capacidad para dispersarse.

### 1.3 PROVINCIAS BIOGEOGRÁFICAS

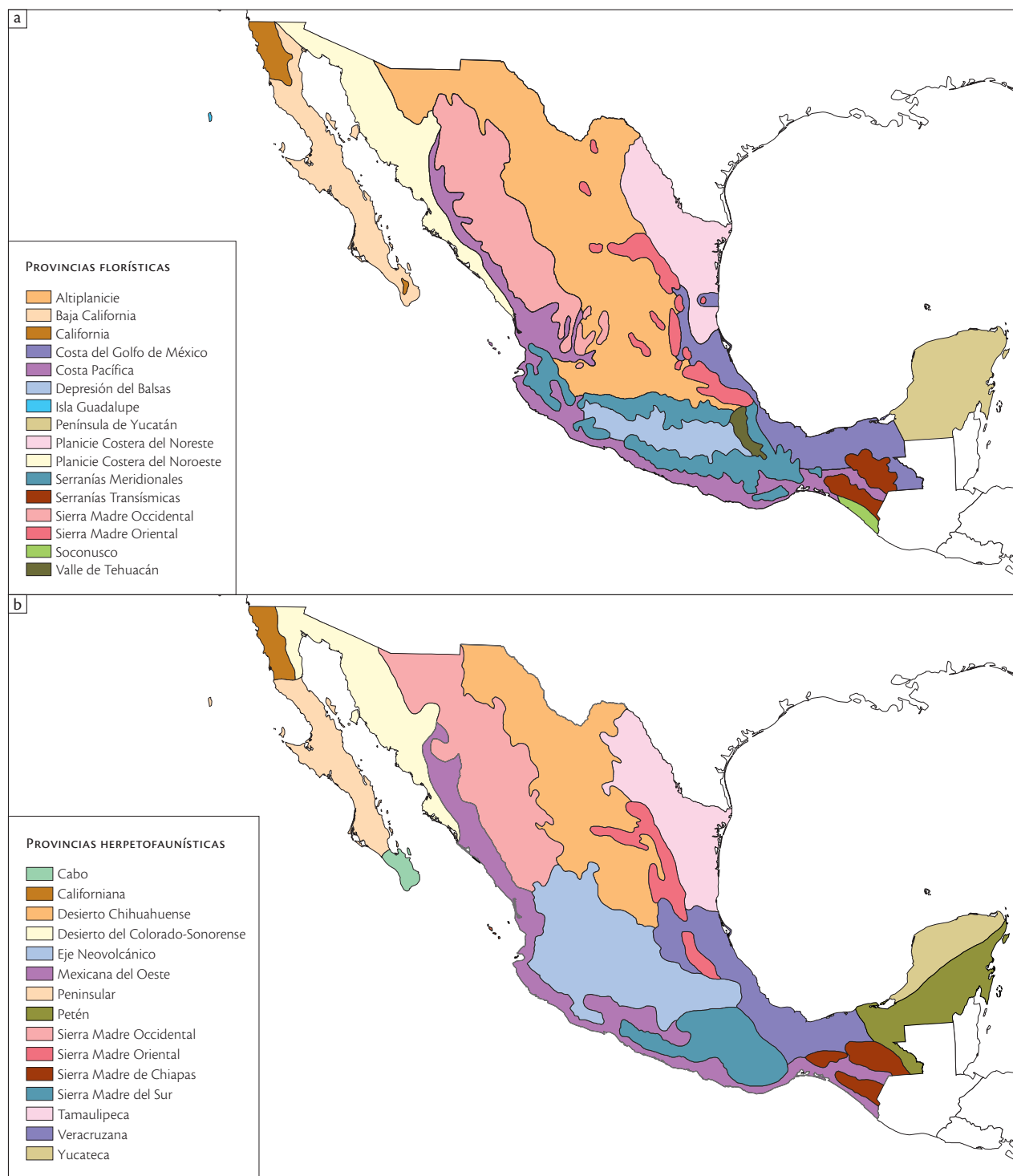
En 1990 se recopilaron las propuestas de regionalización con datos recientes en el *Atlas Nacional de México*, editado por el Instituto de Geografía de la UNAM. Ahí se publicaron las propuestas actualizadas de regionalización biogeográfica basadas en la distribución de plantas (Rzedowski y Reyna-Trujillo 1990), anfibios y reptiles (Casas-Andreu y Reyna-Trujillo 1990), mamíferos (Ramírez-Pulido y Castro-Campillo 1990) y el basado en flora, vegetación y rasgos morfoestructurales (Ferrusquía-Villafraña 1990) (Fig. 1.11). Otra regionalización, basada en la distribución de aves (Escalante *et al.* 1993), apareció en una publicación independiente. A partir de estas propuestas se realizó un taller con los diferentes autores y otros expertos para obtener una clasificación de consenso (Arriaga *et al.* 1997). Las relaciones entre las provincias de consenso y su clasificación jerárquica han sido tratadas por Rzedowski (1978), Morrone *et al.* (1999) y Espinosa *et al.* (2000), entre otros. Aquí se describe una aproximación al sistema de consenso propuesto por la CONABIO (Arriaga *et al.* 1997), tratando de reconocer e incorporar las divergencias acerca de los límites, dimensiones y subdivisiones de las provincias según el punto de vista particular de algunos autores (cuadro 1.2). Las provincias fueron organizadas dentro del arreglo jerárquico propuesto por Rzedowski (1978). Una revisión más amplia acerca de la sinonimia entre los diferentes sistemas de clasificación biogeográfica de México puede encontrarse en Morrone *et al.* (2002) y Morrone (2005). Sin embargo, las divergencias entre la clasificación de Arriaga *et al.* (1997) y la de Morrone (2005) radican en la decisión de dividir o no el Altiplano en dos provincias, norte y sur; en la división de la Península de Yucatán, en una provincia Yucateca (noroeste de la península) y otra Petén (al sureste de la misma), y en la segregación del Cabo como una provincia independiente de la Península de Baja California y el reconocimiento o no de una provincia de Oaxaca. En el apéndice 1.1 (2) se presenta una lista de especies que son endémicas de parte o la totalidad de cada una de las provincias o conjuntos de provincias y, en algunos casos, de los patrones A-F de la Zona de Transi-

ción Mexicana de Montaña que se describen más adelante. La organización jerárquica que se expone a continuación y la organización del apéndice de especies endémicas que la respalda corresponden a la descrita en el cuadro 1.2 y la figura 1.12. En este sistema se utiliza la jerarquía superior de reino a dominio con base en el sistema de Rzedowski (1978) e incluye las provincias dentro de las áreas propuestas por Morrone (2005). Las distribuciones de cada una de las especies que sustentan las provincias, grupos de provincias y patrones fueron obtenidas mediante consulta en 2007 a la base de datos del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad para grupos de vertebrados, pteridofitas (helechos y afines), gimnospermas y angiospermas. La distribución de cada taxón fue mapeada y la nomenclatura y distribución fueron validadas con base en los catálogos taxonómicos recopilados para el capítulo 11 de este mismo volumen. Entre ellos destacan el de Mickel y Smith (2004) para helechos; Farjon *et al.* (1997) y Farjon (2001) para coníferas; Guzmán (2003) y Guzmán *et al.* (2003) para cactáceas; Rzedowski *et al.* (2005) para el género *Bursera*; Valencia y Flores-Franco (2006) para encinos; Flores-Villela (1993) y Flores-Villela y Canseco-Márquez (2004) para anfibios y reptiles; Navarro y Gordillo (2006) para aves, y Ramírez-Pulido (1999) y Ceballos *et al.* (2002) para mamíferos.

#### 1.3.1 Región Neártica

Esta región abarca toda la América del Norte y el archipiélago de las costas de California; los componentes mexicanos de esta región son las provincias de Isla de Guadalupe y California (noroeste de la Península de Baja California). La vegetación predominante de esta área son algunas variantes de bosques y matorrales templados. Entre los grupos característicos de la región Neártica están las coníferas, como pinos (*Pinus*), oyameles o abetos (*Abies*) y enebros (*Juniperus*), además de los encinos (*Quercus*). Las salamandras (Caudata) son el grupo de anfibios más relacionados con la región Neártica; entre los reptiles, algunos géneros de lagartijas, como *Abronía*, son típicamente neárticos.

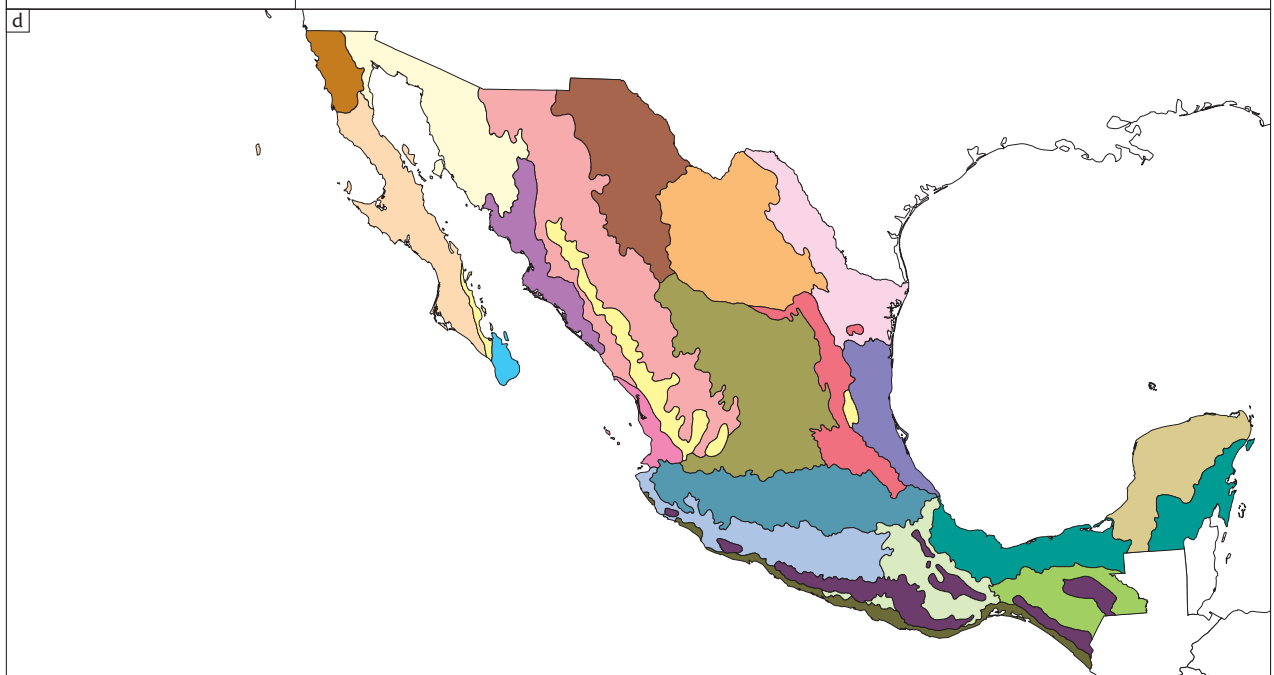
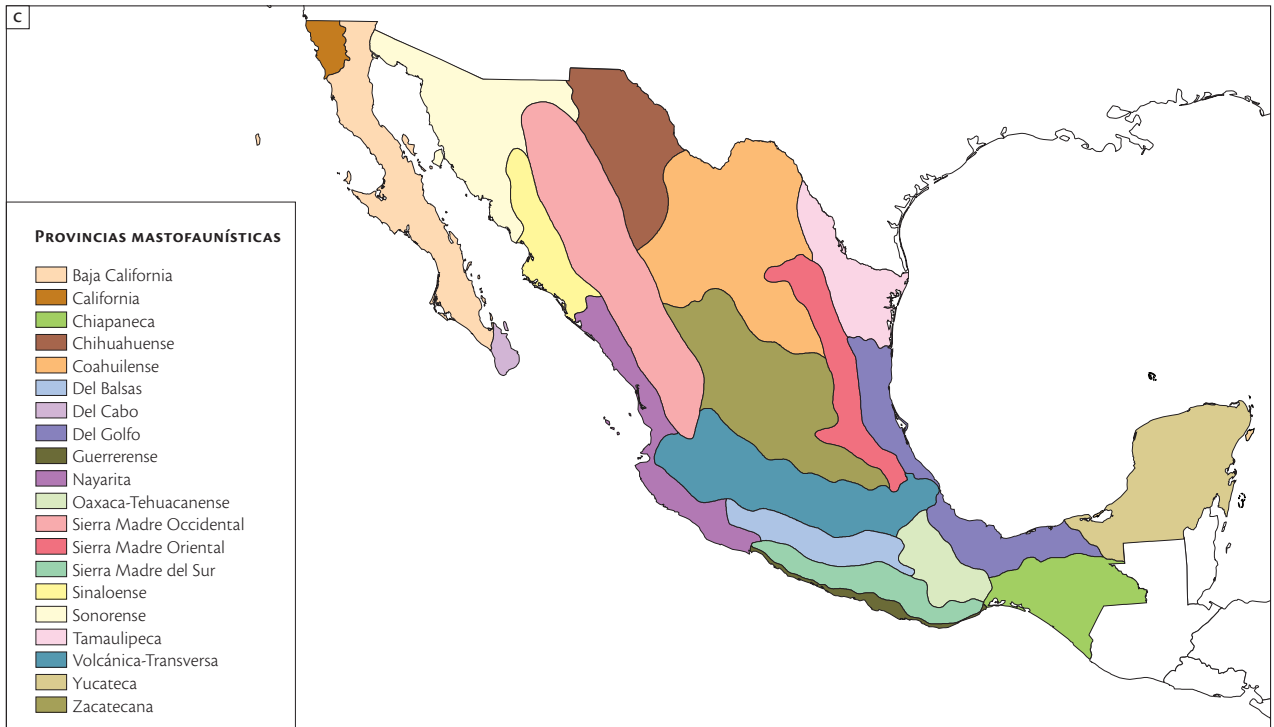
*Provincia de California.* La provincia de California está constituida por dos cordilleras principales que se elevan a poco más de 3 000 m, la Sierra de San Pedro Mártir y la Sierra de Juárez, en el extremo noroeste de la Península de Baja California. Dos climas son importantes en esta área; sobre las sierras dominan los climas templados y semihúmedos (42%) y en su vertiente pacífica los



**Figura 1.11** [Esta página y la siguiente.]

Propuestas de regionalización biogeográfica de México hacia finales del siglo xx:

- (a) florísticas de Rzedowski y Reyna-Trujillo (1990); (b) herpetofaunísticas de Casas-Andreu y Reyna-Trujillo (1990); (c) mastofaunísticas de Ramírez-Pulido y Castro-Campillo (1990), y (d) morfotectónico-bióticas de Ferrusquía-Villafranca (1990).



**PROVINCIAS MORFOTECTÓNICAS-BIÓTICAS**

**Región Neártica**

- Californiense
- Bajacaliforniense
- Sonorense
- Sierra Madre Occidentalense
- Chihuahuense
- Coahuilense
- Tamaulipense
- Sierra Madre Orientalense
- Altiplanense
- Neovolcanense

**Región Mesoamericana**

- Nayaritense
- Jalisco-Guerrerense
- Oaxaquense
- Pacífquense
- Campechano-Petenense
- Yucatanense
- Chiapasense

**Zonas Transicionales**

- Sanlucasense
- Sinaloense
- Veracruzense

**Zonas de extensión regional y áreas adyacentes con asociaciones bióticas complejas (ZER)**

- M ZER-Mesoamericanas
- N ZER-Neárticas

**Cuadro 1.2** Provincias biogeográficas de México, de acuerdo con diferentes autores

Reino	Región	Smith (1941)	Rzedowski (1978)	Arriaga et al. (1997)	Morrone (2005)
Holártico	Pacífica norteamericana		Isla Guadalupe	Isla Guadalupe	
		Sandieguna	California	California	California
Zona de Transición Mexicana		Apachiana	Sierra Madre Occidental	Sierra Madre Occidental	Sierra Madre Occidental
		Duranguense			
		Austro-oriental	Sierra Madre Oriental	Sierra Madre Oriental	Sierra Madre Oriental
		Hidalguense			
		Austro-occidental	Sierras Meridionales	Eje Volcánico Transmexicano	Eje Volcánico Transmexicano
		Guerrerense			
		Altiplanicie oaxaqueña		Sierra Madre del Sur	Sierra Madre del Sur
Altiplanicie chiapaneca	Sierras Transísmicas	Chiapas	Chiapas		
		Soconusco			
Neotropical	Xerofítica mexicana	Guerrerense	Valle de Tehuacán-Cuicatlán	Oaxaca	
		Baja California	Baja California	Baja California	Baja California
		Cabo de Baja California		El Cabo	
		Arizoniana	Planicie Costera Noroeste	Sonora	Sonora
		Tamaulipeca	Planicie Costera Noreste	Tamaulipas	Tamaulipas
		Chihuahuense	Altiplanicie	Altiplano norte	Altiplano
		Austro-central		Altiplano sur	
			Revillagigedo	Revillagigedo	
		Sinaloense	Costa del Pacífico	Costa del Pacífico	Costa del Pacífico
		Tehuana			
		Tapachulteca			
		Balsas inferior	Balsas	Balsas	Balsas
		Balsas superior			
		Veracruzana	Costa del Golfo de México	Costa del Golfo de México	Costa del Golfo de México
	Petén	Península de Yucatán	Petén	Península de Yucatán	
	Yucateca		Yucatán		

áridos (43%). Sin embargo, en general, 96% de su territorio no recibe más de 500 mm de precipitación anual total concentrada en los meses de invierno (enero, febrero, marzo): un clima típicamente mediterráneo. Por esa razón, los matorrales xerófilos (86%) y los bosques de coníferas (11%) cubren la mayor parte de esta área. La mayoría de las especies de esta provincia son compartidas por todo el sistema de cordilleras que corren por la costa pacífica norteamericana, desde la Península de Baja Cali-

fornia, siguiendo a lo largo de los estados de California, Nevada y Oregon, en EUA, principalmente hacia las sierras Costera y Nevada de California. Esta es un área con gran cantidad de encinos endémicos, como *Quercus agrifolia*, *Q. chrysolepis*, *Q. dumosa* y *Q. engelmannii*, entre otros. Entre la fauna endémica están *Peromyscus californicus* y *P. maniculatus gambelii* (ratones). Otro conjunto de especies son compartidas con la provincia de Baja California como *Phrynosoma coronatum*, *Sceloporus orcutti* y



**Figura 1.12** Provincias biogeográficas de México (CONABIO 1997).

*Urosaurus microscutatus* (lagartijas). La Isla Guadalupe es considerada por Rzedowski (1978) como una provincia aparte, dado su gran número de taxones endémicos, entre los que se pueden citar *Cupressus guadalupensis* var. *guadalupensis*, *Pinus radiata* var. *binata* y *Quercus tomentella*.

#### Zona de Transición Mexicana de Montaña (ZTMM)

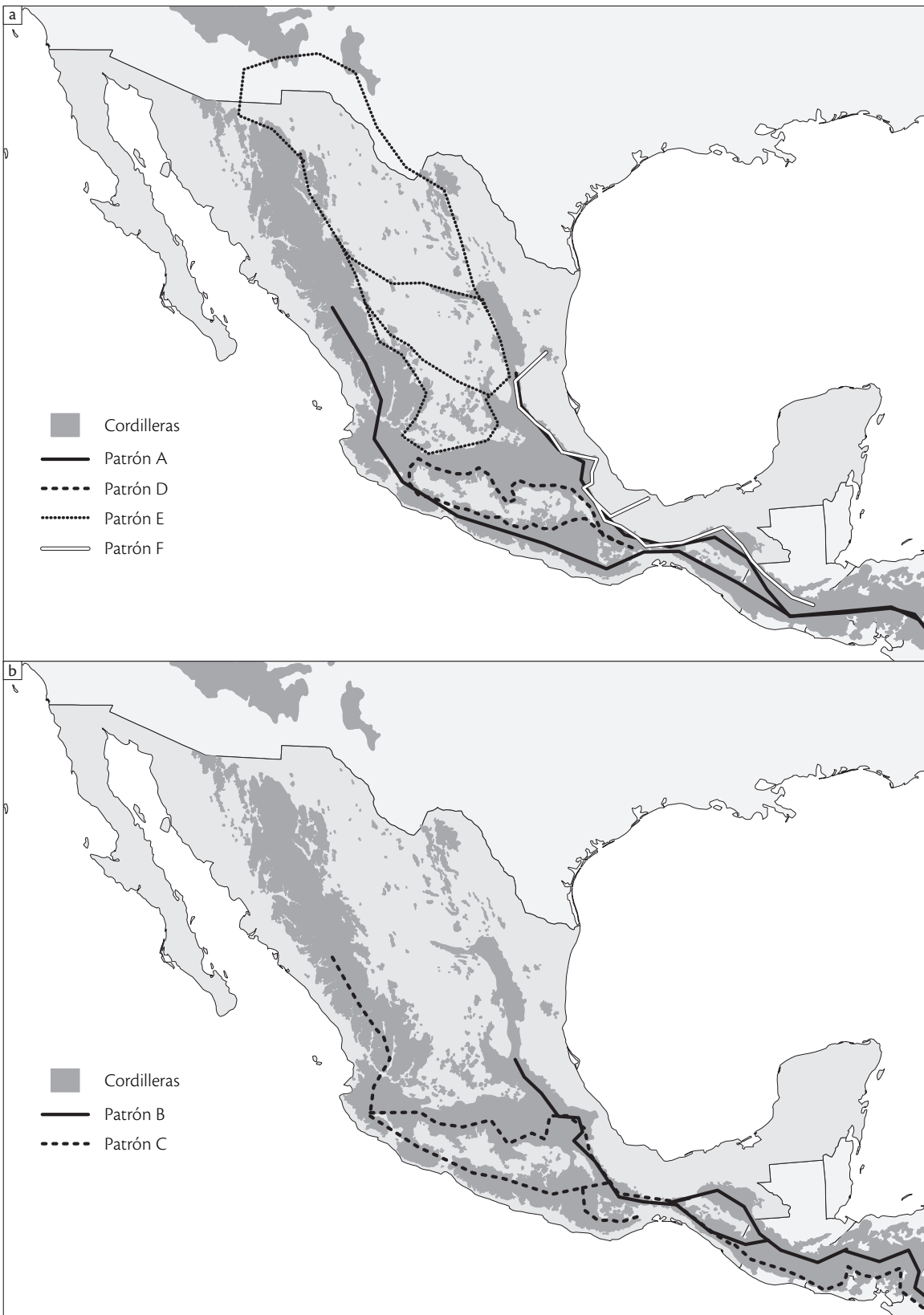
El límite entre las regiones Neártica (Norteamérica) y Neotropical (América del Sur, América Central y América Insular), ha sido trazado de diferentes formas (Wallace 1876; Hemsley 1887; Darlington 1957). Cada taxón muestra un comportamiento distinto dentro de la Zona de Transición Mexicana de Montaña, pero es posible reconocer patrones geográficos consistentes. Tanto Halffter (1978) como Rzedowski (1978) han señalado que en el conjunto de cordilleras continentales de México —Sierra Madre Occidental, Sierra Madre Oriental, Eje Neovolcánico, Sierra Madre del Sur y las Sierras de Chiapas— hay grupos con relación tanto Neártica como Neotropical que interdigitan sus distribuciones formando un entramado que se conoce como Zona de Transición Mexicana de Montaña (Halffter 1978) o bien como Región Mesoamericana de Montaña (Rzedowski 1978). Se trata de una de las biotas más ricas en especies y endemismos; concebida como “bosques Mesoamericanos”, es el segundo centro de diversidad florística más importante, con 9 000 especies de plantas endémicas (Myers 1998). Gran cantidad de especies extienden su distribución por las cordilleras de América Central hasta el Lago de Nicaragua, como los helechos *Adiantum tricholepis* (hasta Honduras), *Cheilanthes angustifolia* y *C. brachypus* (hasta América Central) y los reptiles *Barisia imbricata*, *Gerrhonotus liocephalus* (lagartijas), *Thamnophis cyrtopsis* y *T. eques* (serpientes). En cambio, otras especies se distribuyen a lo largo de esta ZTMM, excepto en las Sierras de Chiapas: *Lycopodium martensii*, *Abies religiosa* (oyamel) y los encinos *Quercus laeta*, *Q. obtusata* y *Q. subspathulata*, y *Crotalus triseriatus* (víbora de cascabel), entre otras. En mariposas lo cumple *Eucheria socialis* (Pieridae). Varias especies más se distribuyen conjuntamente en patrones que cubren solo parcialmente la ZTMM (Fig. 1.13):

A. *Patrón costero-montano*: conjunto de especies que se distribuyen sobre las vertientes costeras de las sierras Madre Occidental, Oriental, del Sur y de Chiapas, así como los extremos del ENV, como *Cicindela fera* (co-

leóptero) y *Oryzomys melanotis* (ratón). Algunas especies se distribuyen hasta las cordilleras de América Central, como *Blechnum schiedeianum*, *Campyloneurum ensifolium*, *Elaphoglossum muelleri* y *Notholaena galeottii* (helechos), *Clethra alcoceri* (árbol) y *Bletia purpurea* (orquídea).

- B. *Patrón montano de la vertiente del Golfo*: está formado por especies que se distribuyen ampliamente sobre las montañas de la vertiente del Golfo de México, en la transición entre los bosques de coníferas y encinos, bosques de neblina (bosque mesófilo de montaña) y las selvas húmedas, como *Argyroschisma formosa*, *Anemia semihirsuta*, *Polypodium puberulum* (helechos), *Pinus patula*, *Taxus globosa* (coníferas), *Quercus lancifolia*, *Q. leiophylla*, *Q. sapotiiifolia* (encinos), *Eleutherodactylus decoratus* (salamandra), *Hyla miotypanum* (rana), *Cryptotis mexicana mexicana* (musaraña) y *Peromyscus furvus* (ratón). Hay varias especies que extienden su distribución hasta el Petén de Guatemala y Belice. Otras especies restringen su distribución solo a la porción sur del Golfo de México, a partir de la Sierra de Chiconquiaco, como *Polypodium collinsii*.
- C. *Patrón montano subhúmedo del Pacífico*: está compuesto por especies que habitan la transición (o ecotono) entre los bosques de coníferas y encinos y las selvas bajas caducifolias de la vertiente del Pacífico, como *Anemia jaliscana*, *Cheilanthes aurantiaca*, *Polypodium rzedowskianum* (helechos), *Pinus douglasiana*, *P. herrerae* (coníferas), *Agave rhodacantha* (maguey), *Quercus magnoliifolia*, *Q. splendens* y *Q. urbanii* (encinos), *Cicindela aeneicollis* (coleóptero).
- D. *Patrón montano subhúmedo circumbalsas*: algunas especies de pinos, encinos y helechos se distribuyen en las laderas del Eje Neovolcánico y la Sierra Madre del Sur, predominantemente en las vertientes orientadas hacia la cuenca del Río Balsas, como *Adiantum shepherdii*, *Asplenium muenchii* (helechos), *Juniperus flaccida* var. *poblana*, *Pinus pringlei* (coníferas), *Agave cupreata* (maguey), *Hyla bistincta* (rana), *Phrynosoma taurus*, *Sceloporus grammicus grammicus* (lagartijas), *Reithrodontomys fulvescens mustelinus* (rata), *Campylorhynchus megalopterus* y *Pipilo ocai* (aves). Algunas de ellas se extienden hacia la vertiente seca de la Sierra de Juárez, en Oaxaca. Este grupo sustenta la provincia de las Sierras Meridionales de Rzedowski (1978).
- E. *Patrón montano árido y semiárido circunaltiplano*: este patrón está constituido por varios taxones que se distribuyen de forma diferencial sobre las laderas de las cordilleras que rodean el Altiplano mexicano, tal





**Figura 1.13** Patrones biogeográficos de la biota mexicana en relación con la Zona de Transición Mexicana de Montaña.

como lo hacen típicamente *Phrynosoma orbiculare* y *Sceloporus scalaris* (lagartijas) y *Crotalus molossus* (serpiente de cascabel), las tres con todas sus subespecies, y *Ambystoma tigrinum velascoi* (salamandra), *Sceloporus grammicus disparilis*, *Crotalus pricei*, *Peromyscus melanotis* (ratón), *P. difficilis difficilis*, *Reithrodontomys megalotis megalotis* y *Pipilo fuscus* (ave). Dentro de este patrón, muchas especies limitan su distribución en función del sustrato en que crecen, como *Cheilanthes allosuroides* (preferentemente sobre rocas ígneas) y *C. leucopoda* (confinada a rocas calizas). Varias especies tienen una distribución que comparan con la provincia de Sonora y con el margen suroeste de EUA, como *C. lindheimeri* (hasta el suroeste de Texas); otras penetran el Altiplano por la gran cantidad de pequeñas cordilleras que lo cruzan; tal es el caso de *Notholaena aschenborniana*. Otras especies solo rodean una parte del Altiplano, como *Pleopeltis polylepis* var. *erythrolepis* (helecho), *Crotalus lepidus* (víbora de cascabel), *Peromyscus gratus gentilis* y *P. maniculatus blandus* (ratones), que solo se distribuyen alrededor del Altiplano norte, mientras otras como *Reithrodontomys fulvescens griseoflavus*, solo se distribuyen sobre las montañas que rodean el Altiplano sur.

F. *Patrón mesófilo montano*: está compuesto por varias especies de cícadas, helechos arborescentes, orquídeas y salamandras que se distribuyen discontinuamente sobre la parte más húmeda de la vertiente del Golfo de México; la distribución de su flora y fauna abarca desde los bosques mesófilos de montaña del Carso Huasteco hasta los de las Sierras de Guatemala. Entre sus especies típicas están *Cyathea bicrenata* (helecho arborescente), *Clethra suaveolens* (árbol), *Eleutherodactylus berkenbuschi* (salamandra), *Sceloporus salvini* (lagartija).

*Provincia de la Sierra Madre Occidental (SMO)*. Esta abarca toda la provincia fisiográfica del mismo nombre. Es una cordillera formada por actividad volcánica del Mioceno. Su clima templado subhúmedo determina la presencia dominante de bosques de coníferas (46%), encinos (32%) y pastizales (13%). Para muchas especies, el curso del Río Grande de Santiago es una barrera que delimita bien su distribución y varias cruzan este límite hacia el ENV solo marginalmente, como *Elaphoglossum rzedowskii* (helecho); otras extienden su distribución hasta el margen sur de las Montañas Rocosas, en EUA, como *Quercus hypoleuca* (encino) y *Juniperus deppeana* var. *robusta* (conífera). Sin embargo, hay varias especies que susten-

tan muy bien esta provincia entre los dos límites mencionados, como *Ambystoma rosaceum* (salamandra), *Phrynosoma douglasi* y *Sceloporus jarrovi jarrovi* (lagartijas), *Thamnophis rufipunctatus* (serpiente), *Crotalus willardi* (víbora de cascabel) y *Peromyscus madrensis* (ratón). Hay endemismos que sustentan la división de la Sierra Madre Occidental en una porción norte (o Apachiana, según Smith, 1941), como *Cheilanthes arizonica* (helecho), *Juniperus deppeana* var. *pachyphlaea* y *J. scopulorum* (hasta las Montañas Rocosas, en EUA), *Quercus tarahumara* y *Q. toumeyii*; y otra sur (o Duranguense, según Smith 1941) como *Quercus radiata* y *Q. undata*.

*Provincia de la Sierra Madre Oriental (SME)*. Esta provincia es muy compleja y discontinua, tanto en su origen como en su medio físico. La mayor parte de las montañas de esta provincia fueron formadas por plegamiento; las rocas predominantes son sedimentarias y metamórficas del Cretácico y Jurásico, más antiguas en el Carso Huasteco que en la Sierra Plegada. Sobre la vertiente húmeda, la vegetación dominante está compuesta por bosques de coníferas (28%), encinos (26%) y mesófilos de montaña (8%); sobre la vertiente seca, los matorrales xerófilos son dominantes (16%). Debido a esta gran diferenciación climática hay pocas especies de distribución amplia sobre la SME, como *Eleutherodactylus longipes* (salamandra), *Crotalus pricei miquihuanus* (víbora de cascabel), *Cryptotis mexicana obscura* (musaraña). Esta provincia tiene subconjuntos de especies endémicas que justifican la existencia de cuatro “sectores” o distritos: Carso Huasteco (con lagartijas endémicas como *Sceloporus parvus scutulatus*, *Xenosaurus newmanorum*), Gran Sierra Plegada (*Crotalus lepidus castaneus*, *C. lepidus morulus*, *Phrynosoma orbiculare orientale*, *Thamnophis exsul*, *T. mendax*), Sierra Gorda (*Agave tenuifolia*, *Pseudosmodingium virletii*, *Phrynosoma orbiculare boucardi*, *Xenosaurus platyceps*) y Sierras Transversales (*Pinus culminicola*, *Quercus sinuata breviloba* y *Neotoma mexicana navus*), con varias especies y subespecies que se distribuyen hacia el norte.

#### *Sierras meridionales*

*Provincia del Eje Neovolcánico (ENV)*. Es un conjunto de volcanes de diferentes edades, a partir del Mioceno medio y hasta el Plio-Pleistoceno, alineados alrededor del paralelo 19° N, que cruza el territorio mexicano de oeste (Cabo Corrientes, Nayarit) a este (Sierra de Chinconquiaco, Veracruz). Destacan entre ellos el Ceboruco en el extremo occidental (Nayarit), el Nevado de Colima (Co-

lima-Jalisco), el Tancítaro (Michoacán), el Nevado de Toluca, el Popocatepetl, el Iztaccíhuatl, el Zempoaltépetl y el Citlaltépetl, que representan las elevaciones mayores en el relieve mexicano. En su extremo noroeste el ENV se separa de la Sierra Madre Occidental por el curso del Río Grande de Santiago. El ENV es un área muy compleja en origen y medio físico; por ello, casi todos los tipos de vegetación están presentes, aunque predominan los bosques de coníferas (31%) y de encinos (28%). El resto del área está compuesto por pastizales, matorrales subalpinos, bosques mesófilos (en áreas de cañadas), vegetación ribereña y tierras urbanas y de cultivo. La presencia de vegetación de climas áridos (matorrales xerófilos) y subhúmedos (selvas bajas caducifolias) en ocasiones se debe a la presencia de derrames lávicos, en los cuales no se retiene la humedad de las lluvias, y en otros casos debido al efecto de sombra pluvial, sobre todo en las zonas de contacto con las provincias vecinas (Balsas al sur y Altiplano al norte). A pesar de que es difícil para varios autores delimitar esta provincia, es indudable que hay gran cantidad de taxones típicamente neovolcánicos, como *Cheilanthes decomposita*, *Elaphoglossum rufescens* (helechos), *Pinus ayacahuite* var. *veitchii*, *P. pseudostrobus* fo. *protuberans* (pinos), *Agave inaequidens* y *A. horrida* (magüeyes), *Quercus acutifolia* var. *xalapensis* (encino), *Eleutherodactylus angustidigitorum* (salamandra), *Crotalus polystictus* (víbora de cascabel), *Phrynosoma orbiculare cortezi*, *Sceloporus dugesi intermedius*, *S. scalaris scalaris* (lagartijas), *Peromyscus gratus gratus*, *P. melanophrys zamorae*, *Reithrodontomys chrysopsis chrysopsis* (ratones) y *Lampornis amethystinus brevirostris* (colibrí). Sin embargo, algunas de estas especies se distribuyen de forma sesgada, unas hacia las partes más secas, otras hacia las más húmedas; unas hacia la parte más fría, y otras hacia la semicálida. Por ello, la gran mayoría de los taxones endémicos de esta provincia están distribuidos en áreas con mayor integración histórica y ecológica y de menor extensión. Algunos grupos, como las salamandras, más susceptibles al aislamiento geográfico, muestran varios casos de distribución microendémica en diferentes subáreas del ENV, como sus sectores Occidental, Central, Oriental y Sierra de Taxco. La Sierra de Los Tuxtlas está compuesta por un pequeño conjunto de volcanes ubicados al centro del estado de Veracruz. El origen de estos volcanes está asociado con la actividad del Eje Neovolcánico, pero su biota muestra relaciones más complejas. Su flora está compuesta por especies que se distribuyen desde el Carso Huasteco, pasando por el extremo oriental del Eje Neovolcánico y por las sierras de Zongolica y Juárez;

otras, en cambio se extienden hacia el sur, abarcando las sierras de Los Chimalapas y la de Chiapas. La convergencia de diferentes floras y faunas eleva considerablemente la riqueza de especies de esta área; p. ej., la avifauna de Los Tuxtlas incluye cerca de 50% de la riqueza avifaunística de todo el país, y su separación del resto de los sistemas montañosos más cercanos ha generado una cantidad considerable de endemismos, que incluye 18 especies de anfibios y reptiles y seis de aves endémicas de esta área relativamente pequeña (González-Soriano *et al.* 1997).

*Provincia de la Sierra Madre del Sur (sms)*. Esta provincia está constituida por tres componentes: la Sierra de Coalcomán (Michoacán), las Sierras Guerrerenses y las sierras Mixteca y Mixe de Oaxaca, cada una con especies propias. Su vegetación típica la componen los bosques de coníferas (33%), de encinos (34%) y mesófilos de montaña (11%); la presencia de selva baja caducifolia (16%) se debe al contacto con las provincias del Pacífico y Balsas que la rodean completamente. Hay gran cantidad de especies distribuidas a lo largo de las tres serranías principales, como *Clethra glaberrima* (árbol) *Pseudoeurycea cochranae* (salamandra) o *Neotoma mexicana picta* (rata). Sin embargo, hay muchas más cuya distribución se restringe a solo una de ellas. Las sierras Mixe y Mixteca particularmente tienen gran cantidad de endemismos como *Pseudoeurycea smithi*, *P. unguidentis* (salamandras), *Abroonia mixteca*, *A. oaxacae*, *Urosaurus bicarinatus nelsoni* (lagartijas), *Peromyscus gratus zapotecae* y *P. mexicanus putlaensis* (ratones); mientras las Sierras Guerrerenses tienen algunas especies exclusivas como *Sceloporus formosus scitulus* (lagartija).

*Provincia de Oaxaca (Oax)*. Se trata de una de las provincias más complejas y, por lo tanto, más diversas de México; está integrada principalmente por la Sierra Madre de Oaxaca, localmente conocida como Sierra de Juárez, en Oaxaca, y la Sierra de Zongolica, en Veracruz. Tales sierras por mucho tiempo fueron consideradas como la continuación hacia el sur de la Sierra Madre Oriental —después de ser cortada por el ENV—, con la que comparte una parte importante de su flora y fauna. Sin embargo, existe gran cantidad de especies endémicas de esta sierra que le dan identidad como un área única. En su vertiente seca (Valle de Tehuacán-Cuicatlán) algunas especies endémicas están relacionadas con la provincia del Balsas y otras con las provincias áridas del Altiplano. Esto sugiere una pasada continuidad entre las tierras áridas y semiáridas del Altiplano mexicano con el Valle de

Tehuacán-Cuicatlán, que se sustenta en distribución disyunta de endemismos como *Acanthotamnus aphyllus* (celastrácea), presente entre Tehuacán y Tecamachalco y entre el sur de Coahuila y Nuevo León; o bien con la distribución vicariante entre especies hermanas como *Agave stricta* (en Tehuacán) y *Agave striata* (Altiplano). Abarca dos áreas contrastantes, la Sierra de Juárez y el Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Este último concentra más de 450 especies endémicas de México, con gran cantidad de especies y subespecies endémicas de este valle como *Bursera arida* y *B. biflora* (copales) y *Crotalus molossus oaxacus* (víbora). En la provincia de Oaxaca prácticamente coexisten todos los tipos de vegetación, todos los bosques —mesófilos de montaña (44%), de coníferas (15%) y encinos (11%)—, todas las selvas tropicales, tanto caducifolias (10%), como perennifolias (17%) e incluso matorrales xerófilos (3%). No obstante, la estrecha relación entre la provincia de Oaxaca y la Sierra Madre Oriental se sustenta por varias especies que se distribuyen en ambas provincias, pero que están ausentes en el ENV, como *Quercus greggii* y *Q. hypoxantha* (encinos), *Pterourus esperanza*, *Paramacera chinantlensis* (mariposas), *Hyla arborescandens* (rana), *Abronia graminea* y *Sceloporus megalepidurus pictus* (lagartijas), *Crotalus scutulatus salvini* (víbora).

#### Sierras Transísmicas

Las Sierras Transísmicas (Rzedowski 1978) están compuestas por las sierras del norte de Chiapas (Los Altos de Chiapas) y la Sierra Madre de Chiapas. Las provincias montañosas de Chiapas comparten taxones con la Sierra de Los Chimalapas (Oaxaca) y con las cordilleras centro-americanas que se extienden por Guatemala, El Salvador, Honduras y Nicaragua, lo que desde el punto de vista cultural se reconoce como parte de Mesoamérica. Hay gran cantidad de especies endémicas de esta área, cuasiendémicas de México, como *Abronia ochoterenai*, *A. matudai* (lagartijas), *Peromyscus mexicanus saxatilis* (ratón). Sin embargo, hay diferencias notables tanto en el medio físico como en su flora y fauna; la provincia de Chiapas tiene vegetación, flora y fauna con predominio templado, mientras que en el sur de Chiapas predominan los elementos más tropicales y húmedos.

*Provincia de Los Altos de Chiapas (Chi)*. Está compuesta por las sierras y mesetas y serranías del norte de Chiapas que continúan al este hacia la Sierra de los Cuchumatanes, en Guatemala. Es una provincia dominada por cli-

mas templados y húmedos; más de 90% de su área recibe arriba de los 1 000 mm de precipitación anual, en promedio, por lo que su vegetación predominante son los bosques de coníferas (47%), de encinos (21%) y mesófilos de montaña (20%). Es una de las provincias más diversas del país, con gran cantidad de especies endémicas, cuasiendémicas de México, como *Cnetitis bullata*, *Elaphoglossum latum*, *Polypodium chiapense* (helechos), *Juniperus comitana* (conífera), *Hyla euphorbiaceae biseriata* (rana), *Abronia lythrochila* (lagartija), *Neotoma mexicana chamula* (rata) y *Peromyscus mexicanus teapensis* (ratón).

*Provincia del Soconusco (Soc)*. Está conformada por la Sierra Madre de Chiapas-Guatemala; casi 90% del área de esta provincia recibe arriba de los 1 500 mm de precipitación anual. Por ello, su vegetación está compuesta por bosques de coníferas (35%), mesófilos de montaña (31%) y selvas altas perennifolias (25%). Hay varias especies endémicas y cuasiendémicas de esta área como *Asplenium solmsii*, *Ctenitis chiapensis* (helecho), *Juniperus standleyi* (conífera), *Zamia soconuscensis* (cícada), *Quercus durantifolia* (encino), *Pseudoeurycea brunnata*, *P. goebeli* (salamandras) y *Abronia smithi* (lagartija), entre muchas otras.

### 1.3.2 Región Neotropical

La Región Neotropical se extiende desde el límite norte de Patagonia, pasando por los Andes, las cuencas del Amazonas y el Orinoco, el Caribe y Mesoamérica. Sin embargo, muchos grupos típicamente neotropicales tienen una distribución que se extiende hasta el suroeste de EUA y sur de Florida. Entre los grupos predominantes están los mezquites (*Prosopis*, género pantropical con especies de tres secciones estrictamente americanas), cuya distribución se extiende ampliamente en todo el medio árido, subhúmedo y húmedo del Neotrópico, desde el norte de Argentina hasta Arizona; los cuajotes y copales (*Bursera*), que se distribuyen alrededor de todo el Caribe y por la vertiente del Pacífico desde Baja California y suroeste de EUA hasta el Golfo de Guayaquil en Ecuador, y los pochotes (*Ceiba*). Diversas epífitas del género *Tillandsia* (Bromeliaceae) se distribuyen en las montañas de Mesoamérica y Sudamérica.

#### Neotrópico árido del norte

Esta área está constituida por las tierras áridas subtropicales y tropicales de México y suroeste de EUA: desiertos

de Baja California, Sonora-Arizona, Chihuahua y del Valle del Mezquital. Las tierras de esta región tienen regímenes de lluvias con precipitaciones medias anuales totales inferiores a los 500 mm, aunque con distribuciones diversas, lluvias de invierno hacia el noroeste y de verano hacia el sureste. La vegetación típica de esta región está compuesta por variantes del matorral xerófilo, pastizales y selvas espinosas. Las provincias de esta región son la de Baja California, El Cabo, Sonora, Altiplano mexicano (norte y sur) y Revillagigedo. El Valle de Tehuacán-Cuicatlán y parte de la cuenca del Río Estórax en Querétaro-Hidalgo también tienen una relación biótica estrecha con las tierras áridas del norte de México (Desierto Chihuahuense), debido a que comparte gran cantidad de géneros de cactáceas (*Coryphantha*, *Echinocactus* y *Mammillaria*) y otros grupos como el género *Fouquieria*, y helechos asociados al medio árido como *Notholaena standleyi* y algunas gimnospermas como *Ephedra aspera*. Sin embargo, en este sistema, el Valle de Tehuacán-Cuicatlán pertenece a la provincia de Oaxaca debido a su aislamiento antiguo y estrecha relación histórica con las sierras del norte de ese estado.

*Provincia de Baja California.* Esta provincia comprende todas las tierras con predominio de los climas muy áridos de la Península de Baja California, excluyendo las sierras más altas del noroeste y el extremo sureste, al sur de la Sierra de la Laguna; abarca áreas biológicamente importantes, como el Desierto del Vizcaíno y la Sierra de la Laguna. Debido a que 97% de sus tierras no reciben más de 500 mm de precipitación anual total, la mayor parte de la vegetación de esta área está cubierta por variantes del matorral xerófilo (95%). Para algunos autores (v. gr. Morrone 2005), el patrón más común de la distribución de las especies en la península no permite diferenciar de forma contundente una provincia de Baja California separada de la del Cabo. Muchas especies se distribuyen a todo lo largo de la península, como *Crotalus enyo* (víbora de cascabel). Sin embargo, aquí mantenemos la existencia de esta provincia, con base en la distribución de algunas especies como *Cheilanthes brandegeei*, *C. peninsularis* var. *peninsularis* (helechos), *Prosopis palmeri* (mezquite), *Quercus ajoensis*, *Q. peninsularis* (encinos) y *Thamnophis hammondi* (serpiente), entre otras.

*Provincia del Cabo.* Abarca un área ubicada en el extremo sur de la Península de Baja California confinada por la Sierra de La Laguna, que corre desde Cabo San Lucas hasta la Bahía de la Paz. En esta provincia dominan los

climas muy áridos (65%) y áridos (19%); en 85% de esta área no llueve más de 500 mm al año, por lo que su vegetación está compuesta principalmente por matorrales xerófilos (44%) y selvas bajas caducifolias (44%); los bosques de coníferas y encinos son menos importantes en extensión (6%), pero contienen gran cantidad de especies endémicas del área debido a su aislamiento de las otras cordilleras desde el Mioceno. Esta provincia, relativamente pequeña, contiene varias especies microendémicas, incluso de solo alguna de las vertientes de la Sierra de La Laguna. Sus especies endémicas pertenecen a los grupos más diversos, como *Pinus cembroides* var. *lagunae* (pino piñonero), *Bursera cerasifolia* (copal), *Quercus brandegeei*, *Q. devia* (encinos), *Crotalus ruber lucasensis* (víbora de cascabel), *Sceloporus hunsakeri* (lagartija), *Campylorhynchus brunneicapillus affinis* (pájaro matraquero), *Hylocharis xantusii* (colibrí), *Pipilo maculatus magnirostris* (ave); algunas de ellas están sujetas a protección especial. Hay cerca de 680 especies endémicas de la Península de Baja California, muchas de ellas compartidas entre las provincias de Baja California y el Cabo, e incluso la de California, pero una cantidad considerable es endémica solo de la del Cabo.

#### *Altiplano mexicano*

El Altiplano generalmente ha sido reconocido como un área única sustentada en un gran conjunto de especies propias del medio árido. Es un área extensa ubicada entre las provincias norteñas de la Zona de Transición Mexicana de Montaña, una amplia llanura elevada contenida entre las sierras Madre Oriental y Occidental y del ENV. Se puede dividir en dos a la altura del parteaguas de las cuencas de los ríos Nazas y Aguanaval. Varias especies se distribuyen a lo largo de todo el Altiplano, como *Pinus pinceana*, *Ephedra pedunculata* (coníferas), *Quercus pungens* (encino), *Crotalus scutulatus scutulatus* (víbora de cascabel), *Phrynosoma modestum* (lagartija), mientras otras extienden su distribución hasta Baja California, como *Ephedra aspera*, o hasta el Valle de Tehuacán-Cuicatlán, como *E. compacta*.

*Revillagigedo.* Es un archipiélago de origen volcánico, en el Pacífico mexicano. La mayoría de sus especies, sin embargo, las comparte con la región del Cabo, además de las especies endémicas, cuya evolución se ha favorecido por el aislamiento geográfico, como *Cheilanthes peninsularis* var. *insularis*.

*Provincia de Sonora.* Esta provincia está constituida por una extensa llanura costera de Sonora y Sinaloa desde el Río Piaxtla hacia el norte. Está dominada por selvas bajas espinosas y por diversos matorrales xerófilos que se extienden por toda la llanura costera de Sonora hasta los desiertos del suroeste de Arizona (delta del Río Colorado y cuencas del Gila y del Yuma). Los tipos de vegetación dominante son matorrales xerófilos (62%), selvas bajas caducifolias (18%) y espinosas (10%). Esta provincia contiene cerca de 20 géneros endémicos (junto con los desiertos de Yuma y Gila, en Arizona) y más de 650 especies endémicas, entre las que se encuentran *Bursera fragilis* (cuajote), *Coryphantha gracilis*, *C. pseudoechinus*, *C. sulcata* (cactáceas), *Prosopis velutina* (mezquite), *Rana yavapaiensis* (rana), *Crotalus cerastes*, *C. tigris* (víboras de cascabel), *Phrynosoma mcallii*, *P. solare* y *Urosaurus ornatus lateralis*, entre otras. Sin embargo, la especie más característica de esta provincia, tanto en la fisonomía de su vegetación, como en su identidad biogeográfica es el sahuaro, *Carnegiea gigantea* (la cactácea columnar más típica del área).

*Provincia del Altiplano Norte (Desierto Chihuahuense).* Desde el límite sur del Río Nazas hasta el Big Bend, en el sur de EUA. Dominan los climas áridos y muy áridos; 95% de la superficie total recibe menos de 500 mm de precipitación anual total, lo cual ha favorecido el desarrollo de matorrales xerófilos (63%) y pastizales (28%), como vegetación predominante de esta provincia. Entre los taxones típicos del altiplano Chihuahuense están *Cheilanthes pringlei* var. *moncloviensis*, *Notholaena greggii* (helechos), *Pinus remota* (pino), *Parthenium argenteum* (el guayule), *Coryphantha recurvata* y el peyote, *Lophophora williamsii* (cactáceas), *Urosaurus ornatus caeruleus*, *U. ornatus schmidti* (lagartijas), *Peromyscus eremicus eremicus* (ratón). Varias especies extienden su distribución a las áreas vecinas de Texas y Arizona, como *Cheilanthes horridula*, *C. villosa*, mientras otras atraviesan el norte de la Sierra Madre Occidental hasta alcanzar la provincia de Sonora, como *Ephedra trifurca* (conífera) y *Sceloporus anahuacus clarki* (lagartija).

*Provincia del Altiplano Sur (Tierras áridas de Zacatecas-Mezquital).* Se extiende desde el Valle del Mezquital hasta el límite norte del Río Aguanaval; es menos seco que el Altiplano norte, pues aquí dominan los climas semiáridos; 68% de esta área capta menos de 500 mm de precipitación anual total y 32% recibe entre 500 y 1 000 mm de lluvia. Por ello, la vegetación dominante está compuesta

por matorrales xerófilos (57%) y pastizales (23%). Al igual que las otras provincias del medio árido, la del Altiplano sur alberga gran cantidad de taxones endémicos como *Pellaea ribae* (helecho), *Juniperus deppeana* var. *zacatecensis* (conífera), *Coryphantha macromeris runyonii*, *C. nickelsiae* (cactáceas) y *Sceloporus torquatus melanogaster* (lagartija).

### Neotrópico subhúmedo y húmedo de Mesoamérica

Esta región abarca las llanuras costeras de ambas vertientes, del Golfo de México y del Pacífico. La vertiente del Golfo de México incluye las provincias caracterizadas por climas tropicales húmedos (*Af*, *Am*) y ligeramente subhúmedos (*Aw<sub>2</sub>*): Tamaulipeca, Golfo de México, Yucatana y Petén, mientras que la vertiente de Pacífico incluye áreas con clima predominantemente tropical subhúmedo (*Aw<sub>1</sub>* y *Aw<sub>0</sub>*) y semiárido (*BS<sub>1</sub>*): Pacífico y Balsas.

*Provincia del Pacífico.* Esta área se extiende desde el Río Piaxtla hasta Chiapas. Se trata de una franja angosta de planicie costera, cuyo límite superior promedio se ubica en los 400 m de altitud, donde la vegetación de las montañas es predominantemente tropical. La provincia del Pacífico es varias veces interrumpida por la proyección de algunos sistemas montañosos del Eje Neovolcánico y la Sierra Madre del Sur hacia la costa. En promedio, esta provincia es casi dos veces más ancha del Cabo Corrientes hacia el norte (más o menos 60 km) que la porción ubicada al sur. En esta provincia predominan los climas cálidos subhúmedos (74%), con lluvias de verano que alcanzan entre 500 y 1 500 mm al año; la vegetación típica son selvas caducifolias (60%) y su ecotono con bosques de encinos y pinos, donde dominan los climas semicálidos subhúmedos con lluvias de verano. Esta provincia está sustentada por la distribución de diferentes especies de copales como *Bursera excelsa*. Algunas especies restringen su distribución al norte de Cabo Corrientes (Eje Neovolcánico), como *Asplenium arcanum* (helecho), *Quercus praineana* (encino), *Thamnophis valida valida* (serpiente) y *Urosaurus bicarinatus tuberculatus* (lagartija); otras especies son más características del sur de la costa del Pacífico y penetran a la cuenca del Balsas como *Cheilanthes lozanoi* var. *lozanoi* (helecho), *Thamnophis valida isabellae* (serpiente) y *Urosaurus bicarinatus anonymorphus*. Muchas otras especies son endémicas de algunas cuencas costeras del Pacífico, como las de los ríos Armería-Coahuayana, Papagayo o Tehuantepec. Un caso especial

lo representa la Depresión Central de Chiapas. A pesar de drenar sus aguas hacia el Golfo de México, vía el Río Grijalva, la Depresión Central de Chiapas tiene una biota estrechamente relacionada con las provincias del Pacífico y Balsas. Se trata de un área que, aunque es relativamente poco conocida, se tiene la certeza de estar relacionada con el Pacífico y el Balsas, con las cuales comparte especies como *Bursera bipinnata* y *B. schlechtendalii*. Además, el área está relacionada con toda la Mesoamérica subhúmeda hasta Colombia, en las cuencas del Atrato y el Magdalena, con las que comparte especies como *Bursera graveolens* y *B. tomentosa*; otras especies están compartidas entre la depresión de Chiapas y las selvas bajas de las cuencas del Motagua y el Salinas, en el centro de Guatemala, como *Bursera steyermarkii* y probablemente *B. permollis*. En la medida que este sistema de provincias se modifique, se tendrá que considerar a la Depresión Central de Chiapas como una provincia única que forme parte del Neotrópico subhúmedo de Mesoamérica. Hay varias especies reconocidas como endémicas de esta región; sin embargo, estas son conocidas solo de su localidad tipo, o bien sus registros están sesgados a solo una parte de esta área, tal es el caso de *Bursera longicuspis*, *Beaucarnea goldmanii* y *Agave kewensis* (Agavaceae), *Tillandsia chiapensis* y *T. juerg-rutschmannii* (Bromeliaceae), *Disocactus macdougallii* y *Selenicereus chrysocardium* (cactáceas).

*Provincia del Balsas.* Es un área extensa confinada por el Eje Neovolcánico y la Sierra Madre del Sur, elevaciones que producen un doble efecto de sombra lluviosa. Por ello, los climas predominantes son semiáridos y subhúmedos en dos terceras partes de su área y, en consecuencia, la vegetación más ampliamente distribuida es la selva baja caducifolia (72%) y su ecotono con los bosques de encinos (23%); se trata de una región hidrológica amplia donde confluyen aguas que escurren desde todos los volcanes principales del ENV, desde el Nevado de Colima hasta el Pico de Orizaba, pasando por el Nevado de Toluca y la Sierra Nevada (Izta-Popo). Hay gran cantidad de endemismos que dan identidad a esta área como una provincia, como *Notholaena lemmonii* var. *australis* (helecho), *Bursera discolor*, *B. longipes*, *B. submoniliformis* (copales), *Coryphantha bummama* (cactácea). Sin embargo, también hay un número importante de especies que comparten la porción oriental del Balsas y el Valle de Tehuacán-Cuicatlán y Tehuantepec, mientras que la porción occidental tiene otras más que la relacionan con la provincia del Pacífico o de Depresión de Chiapas, particular-

mente con las cuencas de los ríos Armería y Coahuayana. Esto repercute en una división natural de esta provincia en al menos dos sectores: occidental y oriental, divididos por la Sierra de Taxco. El género *Bursera* muestra gran cantidad de endemismos en estos dos sectores. Hay especies endémicas del Balsas oriental: *Bursera bolivarii*, *B. mirandae*, *B. vejar-vazquezii*, *B. xochipalensis*, y otras del Balsas occidental: *Bursera coyucensis*, *B. crenata*, *B. fragrantissima*, *B. infernidialis*, *B. paradoxa*, *B. sarukhanii*, *B. trifoliolata*, *B. trimera* y *B. velutina*. Además, presenta gran cantidad de taxones microendémicos, sobre todo del Cañón del Zopilote, como *Bursera bonetii* y *B. chemapodicta*.

*Provincia Tamaulipeca.* Esta provincia está ubicada en el extremo norte de la costa del Golfo de México; su límite sur lo constituye el parteaguas de las cuencas de los ríos San Fernando y Soto la Marina. La vegetación dominante la constituyen los matorrales xerófilos y las selvas espinosas (91%). Es una provincia que se extiende hacia la planicie costera de Texas, en EUA. Entre las especies endémicas, típicas de sus selvas espinosas, están *Coryphantha clavata clavata*, *C. clavata stipitata* (cactáceas), *Prosopis reptans* var. *cinerascens*, *P. tamaulipana* (mezquites), *Sceloporus serrifer cyanogenis* y *S. variabilis marmoratus* (lagartijas), entre otras.

*Provincia del Golfo de México.* Esta provincia se extiende desde la cuenca del Río San Fernando hacia el sur, hasta el Río Candelaria, donde empieza la Península de Yucatán. Debido a su elevado nivel de humedad —90% de esta área recibe más de 1 000 mm de lluvia anual y cerca de la mitad más de 2 000—, las selvas altas y medianas perennifolias (57%) dominan el paisaje de esta provincia, aunque en un estado muy perturbado, así como la vegetación hidrófila asociada con las lagunas costeras (8%). La mayor parte de las especies de esta provincia tienen distribución amplia en las selvas perennifolias del Golfo de México y el Caribe (v. gr. *Bursera simaruba* y *Pleopeltis fallax*). Sin embargo hay algunos taxones típicos de esta provincia, como *Sceloporus serrifer plioporos*, *S. variabilis variabilis* (lagartijas). Otras especies restringen su distribución al sur de la costa del Golfo de México, unas a partir de la Sierra de Chiconquiaco, como *Eleutherodactylus alfredi* (salamandra), *Hyla ebraccata*, *H. underwoodi underwoodi* (ranas) y otras a partir de Los Tuxtlas. Hay gran relación biogeográfica entre el sur de la costa del Golfo de México y el Petén.

## Yucatán

Algunos autores (Rzedowski 1978; Rzedowski y Reyna-Trujillo 1990; Morrone 2005) prefieren considerarla como una sola provincia biogeográfica debido a que comparte una gran cantidad de especies; muchas de ellas relacionan más estrechamente a Yucatán con la flora y fauna de Cuba y el resto de las Antillas mayores, que con las del continente. De hecho, toda la plataforma de Yucatán tiene identidad geológica y forma parte de la placa tectónica del Caribe. La división en dos provincias (Yucateca y Petén) recae en la estructura de la vegetación, más seca hacia el noroeste, donde dominan las selvas bajas caducifolias y medianas subcaducifolias, y más húmeda hacia el suroeste, donde predominan las selvas perennifolias (bajas, medianas y altas). Hay varios taxones de distribución yucateca, como *Crotalus durissus tzabcan* (víbora de cascabel), *Sceloporus chrysostictus*, *S. lundelli* (lagartijas), *Peromyscus leucopus castaneus*, *P. yucatanicus* (ratones), *Sylvilagus floridanus yucatanicus* (conejo).

*Provincia Yucateca.* Por su ubicación, en relación con la circulación de vientos y su orografía llana, es una provincia relativamente seca; a pesar de que el aire que corre sobre ella contiene grandes cantidades de humedad, no produce nubes ni precipitación en la misma proporción, sino hasta elevarse en tierras de relieve más complejo, en Chiapas. Su extremo noroeste muestra una pequeña franja costera con clima semiárido, aunque la mayor parte del área tiene un clima tropical subhúmedo (95%). Por eso, la vegetación predominante en su mayoría está compuesta por selvas bajas caducifolias (85%). Entre las especies endémicas de la provincia Yucateca se encuentran *Encyclia nematocaulon* (orquídea), *Sceloporus cozumelae* (lagartija), *Peromyscus yucatanicus yucatanicus* (ratón).

*Provincia del Petén.* Se ubica hacia el sureste de la Península de Yucatán, donde hay mayor cantidad de lluvias, lo que permite que la vegetación dominante esté constituida por selvas altas perennifolias (72%) y en menor grado por selvas espinosas (13%). Esta provincia se extiende hasta el Petén de Guatemala y Belice, limitado por la Sierra de los Cuchumatanes hasta la Bahía de Amatique. En su extremo occidental, el Río Candelaria marca el límite de la distribución de muchos grupos de esta provincia, aunque en algunos sistemas incluye gran parte de la porción sur de la costa del Golfo de México, a partir de los pantanos de Centla, o el Usumacinta, en Tabasco. *Peromyscus yucatanicus badius* es un ratón típico del Petén.

El sistema de clasificación biogeográfica de México aquí descrito representa solo una aproximación, entre muchas otras propuestas, a la comprensión de la geografía del endemismo de la flora y fauna mexicanas. Una clasificación más detallada en términos de sectores o distritos biogeográficos y componentes bióticos exhaustivos está aún en proceso de realización. Sin embargo, esa clasificación debe estar basada no solo en la distribución de especies endémicas, sino en una interpretación histórica de los patrones de endemismo. Es decir, el endemismo como resultado de la evolución conjunta entre Tierra y biota.

Los patrones de distribución de especies endémicas representan el escenario geográfico de la evolución. A la fecha se han acumulado varias interpretaciones de cómo la evolución tectónica y paleoclimática de los últimos 70 millones de años, en territorio mexicano, han producido una biodiversidad tan elevada (Marshall y Liebherr 2000; Becerra 2005; Espinosa *et al.* 2006; Huidobro *et al.* 2006). La tarea por desarrollar en este tema es una propuesta de clasificación biogeográfica de México que sintetice las coincidencias que hay entre los patrones de relación histórica descubiertos a partir de la distribución endémica de plantas (Becerra 2005; Espinosa *et al.* 2006), artrópodos (Marshall y Liebherr 2000), crustáceos y peces dulceacuícolas (Huidobro *et al.* 2006) y otros grupos que se vayan incorporando, interpretados a la luz de los modelos geológicos robustos (Ferrari 2000; Ortega *et al.* 2000).

En años recientes, la historia evolutiva (filogenia) de algunos grupos de plantas y animales evolucionados en México ha sido reconstruida y calibrada en términos de tiempo geológico. En todos esos casos se concluye que la historia de la biota mexicana está estrechamente relacionada con la historia geológica y climática de México posterior al Mioceno, con una fuerte diversificación de linajes a partir de los últimos 30 a 5 millones de años. El periodo comprendido entre los 15 y 5 millones de años está marcado como una etapa de evolución acelerada con gran producción de especies en todo el trópico del mundo, pero especialmente en las montañas, tierras áridas y la vertiente del Pacífico de México (Becerra 2005; Devitt 2006). Particularmente al sur del trópico de Cáncer, la diversidad de especies se eleva en correspondencia con la complejidad del relieve; es precisamente ahí donde se han documentado mayores evidencias acerca de la oscilación del clima de húmedo a seco y de cálido a frío, lo cual repercutió en la producción de dos o más especies distintas a partir de una sola especie ancestral. El proceso de fragmentación-especiación, conocido como vicarianza (Humphries y Parenti 1999), ha producido, como un



patrón regular, que haya varias parejas de especies hermanas de diferentes linajes aisladas por los mismos accidentes geográficos, independientemente de sus capacidades particulares de dispersión. Así, es posible observar especies hermanas separadas por la Sierra de Taxco (que divide la cuenca del Balsas en dos sectores, oriental y occidental) o por la Sierra Mixteca (que separa al alto Balsas del alto Papalopan) (Espinosa *et al.* 2006); o bien, áreas vicariantes en las tierras áridas del Valle de Tehuacán-Cuicatlán (cuenca alta del Papalopan) y el Valle del Mezquital, separadas por el Eje Neovolcánico; y especies hermanas separadas por el parteaguas de las cuencas del Nazas y el Aguanaval, dejando una especie al norte, en el desierto Chihuahuense, y otra al sur, en las tierras áridas del Valle del Mezquital. En suma, el propósito de una sistemática biogeográfica es representar la historia evolutiva de la biota mexicana en un escenario geográfico sucinto y comprensible.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen los comentarios y revisiones críticas realizadas por Gonzalo Halffter, Juan José Morrone, Antony Challenger y Francisco González Medrano. El doctor González Medrano aportó varias especies que caracterizan cada una de las provincias descritas aquí. La maestra Balbina Vázquez proporcionó toda la información referente a la distribución de cactáceas.

## REFERENCIAS

- Arriaga, L., C. Aguilar, D. Espinosa y R. Jiménez (coords.) 1997. *Regionalización ecológica y biogeográfica de México*. Taller de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- Becerra, J. 2005. Timing the origin and expansion of the Mexican tropical dry forest. *PNAS* **102**:10919-10923.
- Blanco y Fernández, A. 1845. *Botánica*, vol. 2. Boix, Madrid.
- Casas-Andreu, G., y T. Reyna-Trujillo. 1990. Provincias herpetofaunísticas. Mapa IV.8.6, en *Atlas Nacional de México*, vol. III, Instituto de Geografía, UNAM, México.
- Ceballos, G., J. Arroyo-Cabrales y R.A. Medellín. 2002. The mammals of Mexico. *Occ. Papers Mus. Texas Tech Univ.* **218**:1-27.
- Colwell, R.K., y J.A. Coddington. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Phil. Trans. Royal Soc. London B* **345**:101-118.
- CONABIO. 1997. Provincias biogeográficas de México. Escala 1:4 000 000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- Crawley, M.J., y J.E. Hurrell. 2001. Scale dependence in plant biodiversity. *Science* **291**:864-868.
- Darlington, P.J. 1957. *Zoogeography: The geographical distribution of animals*. John Wiley, Nueva York.
- Devitt, T.J. 2006. Phylogeography of the Western Lyresnake (*Trimorphodon biscutatus*): Testing aridland biogeographical hypotheses across the Nearctic-Neotropical transition. *Molecular Ecology* **15**:4387-4407.
- Dice, L.R. 1943. *The biotic provinces of North America*, VIII. University of Michigan Press, Ann Arbor.
- Duellman, W.E. 1993. Amphibian species of the world: Additions and corrections. *University of Kansas Museum of Natural History Special Publication* **21**:1-372.
- Escalante, P., A.G. Navarro y A.T. Peterson. 1993. A geographic, ecological, and historical analysis of land birds diversity in Mexico, en T.P. Ramamoorthy, R. Bye y A. Lot (eds.), *Biological Diversity of Mexico: Origins and Distribution*. Oxford University Press, Nueva York, p. 281-307.
- Espinosa, D., J.J. Morrone, C. Aguilar y J. Llorente. 2000. Regionalización biogeográfica de México: Provincias bióticas, en J. Llorente, E. González y N. Papavero (eds.), *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento*, vol. II, UNAM, México, pp. 61-94.
- Espinosa, D., J. Llorente y J.J. Morrone. 2006. Historical biogeographical patterns of the species of *Bursera* (Burseraceae) and their taxonomic implications. *J. Biogeogr.* **33**:1945-1958.
- Farjon, A. 2001. World checklist and bibliography of conifers. The Royal Kew Gardens, Kew.
- Farjon, A., J.A. Pérez de la Rosa y B.T. Styles. 1997. Guía de campo de los pinos de México y América Central. The Royal Gardens, Kew-Oxford Forestal Institute, Oxford University, 151 pp.
- Ferrari, L. 2000. Avances en el conocimiento de la Faja Volcánica Transmexicana durante la última década. *Bol. Soc. Geol. Mex.* **53**:84-92.
- Ferrusquía-Villafraña, I. 1990. Provincias biogeográficas con base en rasgos morfotectónicos. Mapa IV.8.10, en *Atlas Nacional de México*, vol. III, Instituto de Geografía, UNAM, México.
- Flores-Villela, O. 1993. *Herpetofauna mexicana. Lista anotada de las especies de anfibios y reptiles de México, cambios taxonómicos recientes, y nuevas especies*. Carnegie Museum of Natural History, Pittsburgh.
- Flores-Villela, O., y L. Canseco-Márquez. 2004. Nuevas especies y cambios taxonómicos para la herpetofauna de México. *Acta Zoológica Mexicana* **20**:115-144.
- Fournier, E. 1871. Las regiones botánicas de México, en

- J. Ramírez (comp.), *La vegetación de México*. Secretaría de Fomento, México.
- Frost, D.R., y R. Etheridge. 1989. A phylogenetic analysis and taxonomy of iguanian lizards (Reptilia: Squamata). *Misc. Pub. Mus. Nat. Hist. Univ. Kansas* **81**: 1.
- García, E.-CONABIO. 1990. Rangos de humedad (extraído de Climats). IV.4.10. *Atlas Nacional de México*, vol II. Escala 1 : 1 000 000. Instituto de Geografía, UNAM, México.
- García, E.-CONABIO. 1998. Isotermas medias anuales. Escala 1 : 1 000 000, México.
- García, E. 2004. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*, 5a. ed., Instituto de Geografía, UNAM, México.
- Glaw, F., y J. Kohler. 1998. Amphibian species exceeds that of mammal. *Herpetological Review* **29**: 11-12.
- Goldman, E.A., y R.T. Moore. 1945. The biotic provinces of Mexico. *Journal of Mammalogy* **26**: 347-360.
- González-Medrano, F. 2003. *Las comunidades vegetales de México. Propuesta para la unificación de la clasificación y nomenclatura de la vegetación de México*. INE, Semarnat, México.
- González-Soriano, E., R. Dirzo y R.C. Vogt (eds.). *Historia natural de Los Tuxtlas*. CONABIO-Instituto de Ecología/ Instituto de Biología, UNAM, México.
- Gotelli, N.J., y R.K. Colwell. 2001. Quantifying biodiversity: Procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters* **4**: 379-391.
- Grisebach, A. 1876. La vegetación del dominio mexicano, en J. Ramírez (comp.), *La vegetación de México*. Secretaría de Fomento, México.
- Guzmán, U. 2003. Revisión y actualización del Catálogo de Autoridad Taxonómica de las Cactáceas Mexicanas. Base de datos SNIB-CONABIO, proyecto AS021, México.
- Guzmán, U., S. Arias y P. Dávila. 2003. *Catálogo de cactáceas mexicanas*. UNAM-CONABIO, proyecto AP003, México.
- Halffter, G. 1978. Un nuevo patrón de dispersión en la Zona de Transición Mexicana: el mesoamericano de montaña. *Folia Entomológica Mexicana* **39-40**: 219-222.
- Hemsley, W.B. 1887. Bosquejo de la geografía y rasgos prominentes de la flora de México, en J. Ramírez (comp.), *La vegetación de México*. Secretaría de Fomento, México.
- Hernández-X., E. 1958-1959. Los zacates más importantes para la ganadería en México. *Agricultura Técnica en México*, **1**: 46-48.
- Hernández-X., E. 1972. Exploración etnobotánica en maíz. *Fitotecnia Latinoamericana*, **8**: 46-51.
- Hernández-X., E. 1993. Aspects of plant domestication in Mexico: A personal view, en T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot, y J. Fa (eds.), *Biological diversity of Mexico: Origins and distribution*. Oxford University Press, Nueva York.
- Hoffmann, C.C. 1940. Catálogo sistemático y zoogeográfico de los lepidópteros mexicanos. Primera parte: Papilionoidea. *Anales del Instituto de Biología, UNAM* **11**: 639-739.
- Hoffmann, C.C. 1941. Catálogo sistemático y zoogeográfico de los lepidópteros mexicanos. Segunda parte: Hesperioidea. *Anales del Instituto de Biología, UNAM* **12**: 237-294.
- Huidobro, L., J.J. Morrone, J.L. Villalobos y F. Álvarez. 2006. Distributional patterns of freshwater taxa (fishes, crustaceans, and plants) from the Mexican transition zone. *J. Biogeogr.* **33**: 731-741.
- Humboldt, A. von. 1820. *Ensayo sobre la geografía de las plantas*. (Versión española, 1997), Siglo XXI Editores, México.
- Humphries, C. y L.R. Parenti. 1999. *Cladistic biogeography*, 2a ed., Oxford University Press, Oxford.
- INEGI-INE. 1996. Uso de suelo y vegetación. Agrupado por CONABIO (1998). Escala 1 : 1 000 000, México.
- Llorente, J.E., y A.M. Luis. 1993. Conservation-oriented analysis of Mexican butterflies: Papilionidae (Lepidoptera: Papilionoidea), en T. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.), *Biological Diversity of Mexico: Origins and Distribution*. Oxford University Press, pp. 147-177.
- Macey, J.R., A. Larson, N.B. Ananjeva y T.J. Papenfuss. 1997. Evolutionary shifts in three major structural features of the mitochondrial genome among iguanian lizards. *J. Mol. Evol.* **44**: 660.
- Marshall, C.J., y J.K. Liebherr. 2000. Cladistic biogeography of the Mexican Transition Zone. *J. Biogeogr.* **27**: 203-216.
- Martens, M., y H. Galeotti. 1842. Notas sobre la distribución geográfica y geológica de los helechos en México, en J. Ramírez (comp.), *La vegetación de México*. Secretaría de Fomento, México.
- Martínez, M. 1937. *Catálogo de nombres vulgares y científicos de las plantas mexicanas*. Fondo de Cultura Económica, México.
- Mickel, J.T., y A.R. Smith. 2004. The Pteridophytes of Mexico. *Memoirs of The New York Botanical Garden*, vol. 88. The New York Botanical Garden, Nueva York.
- Miranda, F., y E. Hernández-X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **28**: 29-179.
- Mittermeier, R.A., C. Goettsch-Mittermeier y P. Robles Gil. 1997. *Megadiversidad: los países biológicamente más ricos del mundo*. Cemex-Agrupación Sierra Madre, México.
- Morrone, J.J. 2005. Hacia una síntesis biogeográfica de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* **76**: 207-252.
- Morrone, J.J., D. Espinosa, C. Aguilar y J. Llorente. 1999. Preliminary classification of the Mexican biogeographic provinces: A parsimony analysis of endemism based on plant, insect, and bird taxa. *The Southwestern Naturalist* **44**: 507-514.
- Morrone, J.J., D. Espinosa-Organista y J. Llorente-Bousquets. 2002. Mexican biogeographic provinces: Preliminary scheme, general characterizations, and synonymies. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)* **85**: 83-108.
- Mosiño, P.A. 1974. Los climas de la República mexicana, en

- Z. de Czerna, P.A. Mosiño y O. Benassini, *El escenario geográfico. Introducción ecológica*. SEP-INAH, México, pp. 57-172.
- Myers, N. 1998. Global biodiversity priorities and expanded conservation policies, en G.M. Mace, A. Balmford y B.R. Ginsberg (eds.), *Conservation in a changing world*. Cambridge University Press, pp. 273-285.
- Navarro, S.A., y A. Gordillo. 2006. Catálogo de autoridad taxonómica de la avifauna de México. Museo de Zoología, Facultad de Ciencias, UNAM. Base de datos SNIB-CONABIO, proyecto CS010, México.
- Ortega, F., R.L. Sedlock y R.C. Speed. 2000. Evolución tectónica de México durante el Fanerozoico, en J. Llorente, E. González y N. Papavero (eds.), *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México*, vol. II. UNAM-CONABIO, México, pp. 3-59.
- Ramírez, J. 1899. *La vegetación de México*. Secretaría de Fomento, México.
- Ramírez-Pulido, J. 1999. Catálogo de autoridades de los mamíferos terrestres de México. UAM-Iztapalapa. Base de datos SNIB-CONABIO, proyecto Q023, México.
- Ramírez-Pulido, J., y A. Castro-Campillo. 1990. Regionalización mastofaunística (mamíferos). Mapa IV.8.8.A, en *Atlas Nacional de México*, vol. III, Instituto de Geografía, UNAM, México.
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Limusa, México.
- Rzedowski, J. 1991a. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Acta Botánica Mexicana* 14:3-21.
- Rzedowski, J. 1991b. El endemismo en la flora fanerogámica mexicana: una apreciación analítica preliminar. *Acta Botánica Mexicana* 15:47-64.
- Rzedowski, J., y T. Reyna-Trujillo. 1990. Provincias florísticas. Mapa IV.8.3, en *Atlas Nacional de México*, vol. III, Instituto de Geografía, UNAM, México.
- Rzedowski, J., R. Medina-Lemos y G. Calderón de Rzedowski. 2005. Inventario del conocimiento taxonómico, así como de la diversidad y del endemismo regionales de las especies mexicanas de *Bursera* (Burseraceae). *Acta Botánica Mexicana* 70:85-111.
- Sarukhán, J., y R. Dirzo. 2001. Biodiversity-rich countries, en S.A. Levin (ed.), *Encyclopedia of biodiversity*, vol. 1. Academic Press, San Diego, pp. 419-436.
- Sclater, P.L. 1858. On the general geographic distribution of the members of the class Aves. *Journal of the Linnean Society of Zoology* 2:130-145.
- Sibley, G.C., y J.E. Ahlquist. 1990. *Phylogeny and classification of birds*. Yale University Press, New Haven.
- Smith, H.M. 1941. Las provincias bióticas de México, según la distribución geográfica de las lagartijas del género *Sceloporus*. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas* 2:103-110.
- Soberón, J., y J. Llorente. 1993. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation Biology* 7:480-488.
- Stuart, L.C. 1964. Fauna of Middle America, en R.C. West (ed.), *Handbook of Middle American Indians*, vol. 1, pp. 316-363.
- Toledo, V.M. 1982. Pleistocenic changes of vegetation in tropical Mexico, en G. Prance (ed.), *Biological diversification in the tropics*, Columbia University Press, Nueva York, pp. 93-111.
- Valencia, A.S., y G. Flores-Franco. 2006. Catálogo de Autoridad Taxonómica del género *Quercus*, Fagaceae en México. Herbario FCME-Facultad de Ciencias, UNAM. Base de datos SNIB-CONABIO, proyecto CS008, México.
- Vidal-Zepeda, R. 2005. *Las regiones climáticas de México*. Instituto de Geografía, UNAM, México.
- Villaseñor, J.L., P. Maeda, J.J. Colín-López y E. Ortiz. 2005. Estimación de la riqueza de especies de Asteraceae mediante extrapolación a partir de datos de presencia-ausencia. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 76:5-18.
- Wallace, A.R. 1876. *The geographical distribution of animals*, McMillan, Londres.
- Wendt, T. 1993. Composition, floristic affinities, and origins of the canopy tree flora of the Mexican Atlantic Slope rain forests, en T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.), *Biological diversity of Mexico. Origins and distributions*. Oxford University Press, Nueva York, pp. 595-680.
- WRI. 2004. World Resources Institute. Earth trends, environmental information, en <[www.earthtrends.wri.org](http://www.earthtrends.wri.org)> (consultado en noviembre de 2004).