

1 **CAPÍTULO 10. BIOMAS, PAISAJES Y ECOSISTEMAS**

2 Antony Challenger, Juan Bezaury Creel y Rubén Lara Lara **y Francisco Takaki Takaki**
3 **(INEGI)?**

4

5 **PRINCIPALES BIOMAS DE MÉXICO**

6 Los biomas son conjuntos de vegetación afines en zonas climáticas semejantes. Al nivel global se
7 reconocen al bioma marino más cuatro biomas terrestres principales; tundra, pastizal, bosque y
8 desierto. Algunos autores subdividen éstos para obtener ocho biomas terrestres, que a su vez
9 pueden subdividirse aún más (Blue Planet Biomes, 2005; Radford University, 1996). Imbricados
10 en la matriz tanto de los biomas terrestres, como en su interfase con los biomas marinos se
11 presentan los biomas dulceacuícolas, con patrones particulares en la distribución de su
12 biodiversidad.

13 En México, se tiene el bioma marino más cinco de estos ocho biomas: bosques templados, selvas
14 tropicales, pastizales, matorral xerófilo y vegetación mediterránea. Además, se cuenta con áreas
15 relictuales y/o ecológicamente distintos de los otros tres biomas: tundra (= praderas de alta
16 montaña), bosque boreal o *taiga* (= bosque de oyamel o ayarín) y sabana (asociada los planicies
17 del trópico húmedo en donde el manto freático es casi superficial), los tres con una distribución
18 muy restringida. La distribución de todos estos biomas en México se relaciona estrechamente con
19 los tipos de clima (Köppen, 1948; García, 1973).

20

Figura 1

21 Como se puede apreciar de la figura 1, los biomas terrestres principales que se encuentran en
22 México tienen una distribución potencial (eso es, previa modificación por la especie humana) en
23 la cual cada uno abarca grandes porciones del territorio nacional, prácticamente sin interrupción.
24 No obstante, al interior de estas zonas, los ecosistemas, las comunidades vegetales y la fauna no

25 son homogéneas, sino se difieren de un lugar a otro, en buena medida debido a factores
26 microclimáticos, altitudinales y latitudinales, pero también debido a diferencias de corte
27 biogeográfica relacionadas con el pasado geológico de cada región.

28

29 ECORREGIONES Y PROVINCIAS BIOGEOGEOGRÁFICAS DE MEXICO

30 **Ecorregiones y Provincias Biogeográficas Terrestres**

31 La historia biogeográfica de México es extremadamente compleja, y faltan muchos elementos
32 antes de poder llegar a una semblanza sintética plenamente coherente y bien aceptada entre todos
33 los investigadores en la materia. Al nivel regional, esta situación es aún más pronunciada, con
34 vacíos importantes en la información disponible, así como explicaciones e hipótesis conflictivas
35 en cuanto la interpretación de la evidencia.

36 Uno de los elementos que ayuda a sustentar las conclusiones de las investigaciones en ese tema,
37 es la exploración botánica y los campos relacionados de la taxonomía y la sistemática. A grandes
38 rasgos, la ausencia o presencia de ciertos taxones en una región dada, se puede relacionar con la
39 presencia u ausencia de éstos, o de taxones cercanamente emparentados, de otras regiones.

40 Conociendo los mecanismos de distribución natural de las especies involucradas, así como el
41 nivel de diferenciación evolutiva entre los taxones de cada región, se puede determinar, a grandes
42 rasgos, si hubo o no una conexión directa o indirecta entre regiones diferentes en el pasado
43 geológico. Una conexión directa implicaría que las dos regiones compartían un clima muy
44 similar, y que poseen (o poseían) una flora con muchos elementos compartidos. Una conexión
45 indirecta implicaría que aunque pudo haber sido semejanzas climáticas entre las dos regiones,
46 habrían posibilidades limitadas de interacción reproductiva entre los dos grupos de especies (tal
47 vez debido a una barrera física entre ellos, como una sierra montañosa, por ejemplo), y por ende
48 cabría la posibilidad de una divergencia evolutiva entre los grupos taxonómicos involucrados,

49 una probabilidad mayor de una importante evolución *in situ*, y por ende, la presencia de grupos
50 de especies distintos, aunque emparentados. Como un ejemplo, la información disponible sugiere
51 la intervención de circunstancias de ese tipo, en la historia biogeográfica propuesta para explicar
52 la enorme diversidad de especies y subespecies de pinos en México (Styles, 1993).

53 Desde luego, en dos regiones que quedaron separadas completamente en el pasado geológico y
54 aún mantienen dicha separación, uno esperaría encontrar floras y faunas distintas en cada una.

55 Por otra parte, en donde se pueden hallar una alta concentración de diversas especies o
56 subespecies de un género de plantas en una región más o menos circunscrita, y fuera de ella
57 existe una diversidad mucho más baja del mismo género, uno puede afirmar con cierta confianza,
58 que se trata de una región que atestiguó un fuerte proceso de divergencia evolutiva del grupo en
59 cuestión; es decir, que esta región o sitio es un centro de origen, o un centro de diversificación,
60 del género.

61 Todos estos factores biogeográficos han jugado papeles de gran importancia en la historia
62 evolutiva de la flora y fauna de México - historia que aún se encuentra plasmada en la
63 composición de especies, comunidades bióticas y ecosistemas actuales, en un patrón de
64 regionalización biológica y ecológica a lo largo y ancho del país. Es por ello, que un bosque de
65 pino y encino típico de la Sierra Madre Occidental del estado de Chihuahua, aunque parecido en
66 términos fisonómicos a un bosque de pino y encino de la Sierra Madre del Sur del estado de
67 Guerrero, comparte poco con él, en términos de las especies dominantes presentes. Estas
68 diferencias regionales en la historia biogeográfica y la distribución de los conjuntos de especies,
69 se puede delimitar cartográficamente a manera de “ecorregiones”.

70 Uno de los esfuerzos más importantes en este sentido se deriva de la firma del Tratado de Libre
71 Comercio de América del Norte (TLC), en 1994. Como un producto importante de la Comisión
72 de Cooperación Ambiental, creada en 1994 mediante un acuerdo paralelo al TLC, e involucrando

73 las dependencias ambientales de los gobiernos de México, Estados Unidos y Canadá, se formaron
74 equipos de expertos para trabajar en la división del continente de América del Norte en
75 ecorregiones, de acuerdo con sus afinidades ecológicas y biogeográficas (CEC, 2005). La figuras
76 2 y 3 demuestran las ecorregiones de América del Norte en los niveles I (el más agregado) y II
77 (semi-desagregado).

78 Figura 2

79 Figura 3

80 Durante 2005, mediante un proceso participativo, México actualizó su cartografía de las
81 ecorregiones nacionales al nivel más desagregado (nivel III), terminando con un mapa de 77 de
82 ellas (véase Fig. 4). Este mapa se puede “anidar” dentro del mapa nacional de las 31 unidades
83 ecológicas del nivel II, que a su vez se “anida” en el mapa nacional de las 7 regiones ecológicas
84 nacionales (con cuerpos de agua aparte), de las 15 en total a nivel continental - nivel I (INEGI,
85 INE y CONABIO, 2005).

86 Figura 4

87 En cada una de estas ecorregiones se incluyen uno o más ecosistemas, que a su vez incluyen
88 distintas comunidades de flora y fauna. Si se compara la figura 4 con la figura 1, de los biomas de
89 México, se pone en evidencia que el “biocoro” de las selvas caducifolias dentro del bioma de las
90 selvas tropicales (para tomarlo como un ejemplo), no se integra por un tipo de vegetación
91 uniforme a lo largo y ancho de su distribución, sino se divide en diversas manifestaciones en
92 distintas regiones del país, de acuerdo con la historia biogeográfica y la ecológica locales. Esta
93 distinción regional se expresa en una composición de especies y subespecies, y en una diversidad
94 y dominancia específica, que difiere entre ecorregiones, aún cuando se trata del mismo tipo de
95 ecosistema (como en éste caso, de las selvas bajas caducifolias). Esto es un factor muy

96 importante que hay que tomar en cuenta cuando se evalúe la biodiversidad ecosistémica presente
97 en México.
98 En cuanto las Provincias Biogeográficas de México, existen varios esfuerzos para delimitar
99 regiones de este tipo, algunos realizados por expertos académicos y científicos, y otros a cargo de
100 instancias del gobierno federal. Algunos de estos esfuerzos se limitan a describir estados o
101 regiones circunscritas del país (p.ej. Breedlove, 1981; Morafka, 1974; Lowe y Brown, 1982), y
102 otros abarcan la totalidad del territorio nacional. Si bien estos esfuerzos se basan principalmente
103 en las afinidades bióticas compartidas, esencialmente del componente botánico, también se basan
104 en los rasgos fisiográficos más importantes de las distintas regiones del país. A continuación se
105 ilustra algunos de los esfuerzos que abarcan la totalidad del país, realizados durante los últimos
106 años.

107 Figura 5

108 Figura 6

109 Figura 7

110 Cómo se puede apreciar de las tres figuras anteriores, estos esfuerzos comparten rasgos
111 importantes en cuanto a la división general del territorio de acuerdo con los rasgos topográficos y
112 climáticos (serranías, planicies, penínsulas, etcétera), pero difieren en los detalles de delimitación
113 de corte biológico. En este sentido, es preciso notar que cada uno de estos trabajos, se realizó en
114 un marco conceptual específico y acotado. Por lo mismo, ninguno de ellos tiene mayor o menor
115 exactitud o relevancia que los demás; simplemente, son esfuerzos distintos con fines diferentes,
116 pero complementarios entre sí.

117

118 **Ecorregiones y Provincias Biogeográficas Marinas**

119 En lo que se refiere a los ecosistemas marinos, el plasmar en un mapa estático por medio de
120 líneas divisorias, elementos que se encuentra en un flujo constante como lo son las aguas del mar,
121 no se antoja como un ejercicio racional. Sin embargo varios autores han logrado acercamientos
122 exitosos en el mapeo de las tendencias generales de distribución de las masas de agua oceánicas y
123 por ende de la biota que en ellas se desarrolla, entre ellos: Ray *et al.* 1982; Hayden *et al.* 1984;
124 Sherman y Alexander, 1986; Santamarina-del-Angel *et al.* 1994; Bayley, 1995; Longhurst, 1998;
125 y, Sullivan y Bustamante, 1999.

126 Nuevamente derivado de una iniciativa de la Comisión de Cooperación Ambiental, se realizó un
127 esfuerzo para dividir las aguas aledañas al Continente Norteamericano en regiones ecológicas
128 marinas (Wilkinson *et al.* en prensa). Este sistema de mapeo es el resultado de procesos de
129 consulta con expertos y se basa también en tres niveles “anidados”, los cuales reflejan
130 condiciones particulares de los ecosistemas marinos tanto a nivel global, como regional o local en
131 las tres dimensiones básicas de los ambientes marinos. El Nivel I captura diferencias entre
132 ecosistemas marinos que ocurren a nivel de macro procesos presentes en las cuencas oceánicas,
133 entre los que destacan la temperatura y la circulación de las grandes corrientes y masas de agua
134 marina. Ocho de las 21 regiones del Nivel I definidas para Norteamérica, quedan comprendidas
135 total o parcialmente en la Zona Económica Exclusiva de México. Todas estas regiones fueron
136 mapeadas hasta los límites de dicha zona, aunque obviamente estas se continúan más allá de esta
137 frontera política. El Nivel II refleja la distribución de los ambientes bentónicos y captura las
138 diferencias entre los ambientes bentónico-nerítico (sobre la plataforma continental hasta una
139 profundidad aproximada de 200 m.) y los bentónicos-oceánicos (zonas epipelágica,
140 mesopelágica, batipelágica y abisopelágica), en donde las morfoestructuras a gran escala tales
141 como: taludes continentales, planicies abisales, islas oceánicas, fosas y cadenas montañosas
142 submarinas, son utilizadas para caracterizar al fondo marino en cuanto a su profundidad y

143 topografía, como un determinante de las comunidades de la biota béntica, supliendo así el
144 desconocimiento prevaleciente sobre la vida y los procesos ecológicos que se desarrollan a gran
145 profundidad. En este Nivel los fondos de los mares mexicanos quedan comprendidos en 32
146 regiones. Finalmente en el Nivel III se logra un acercamiento más fino al interior del ambiente
147 nerítico, capturando variaciones localmente significativas para cada una de las 25 regiones en que
148 fue subdividida la plataforma continental mexicana y los ambientes estuarinos adyacentes. Estas
149 regiones concentran la mayor parte de las pesquerías y por ende la mayor parte del conocimiento
150 científico marino se refiere a ellas.

151 Figura 8

152 Figura 9

153 Figura 10

154

155 **Ecorregiones y Provincias Biogeográficas Dulceacuícolas y de Manglar**

156 Los biomas dulceacuícolas presentan en México un alto grado de endemismo y biodiversidad y
157 apenas empiezan a ser clasificados y valorados. La clasificación de los tipos principales de
158 hábitat dulceacuícola para América Latina y el Caribe propuesta por Olson *et al* (1997), identifica
159 los siguientes hábitats para México: grandes ríos; grandes deltas de ríos; grandes lagos, ríos y
160 arroyos de regiones húmedas; ríos y arroyos de regiones xéricas; y, regiones xéricas endorreicas,
161 definiendo 31 ecoregiones ubicadas en 9 complejos ecoregionales. Abell *et al.* (2000) al definir
162 los tipos de hábitats principales para Norteamérica, mismos que solo comprenden la porción
163 septentrional de México, propone los siguientes tipos principales de hábitats dulceacuícolas
164 presentes en la porción Neartica de la República Mexicana: ríos, lagos y manantiales de regiones
165 xericas; grandes ríos templados; ríos, lagos y manantiales endorreicos; ríos, lagos y manantiales
166 subtropicales costeros; y, ríos lagos y manantiales templados. Finalmente los ecosistemas de

167 manglar, mismos que se presentan en la interfase de los ecosistemas dulceacuícolas y los
168 marinos, son evaluados y comparados en la región de América Latina y el Caribe por Olson et. al.
169 (1996), definiéndose 11 ecorregiones ubicadas en 5 complejos ecorregionales.

170 Figura 11

171 Figura 12

172 PAISAJES DE MEXICO

173 El “paisaje”, puede carecer de connotaciones biológicas o ecológicas *sensu stricto*, cuando el
174 término es empleado en su sentido cotidiano, ya que conforma apreciaciones culturales y
175 personales. No obstante, cuando es definido en términos ecológicos toman en cuenta factores de
176 escala, de poblaciones y de interacciones y procesos ecológicos necesarios para el manejo y la
177 conservación de sus elementos bióticos. Los paisajes pueden ser compuestos por diversas facetas,
178 como son la vegetación natural, la fisiografía (montañas, planicies, valles, costas, penínsulas,
179 islas, cuerpos de agua, etcétera), los fenómenos naturales (cascadas, volcanes, grandes
180 congregaciones de fauna, formaciones geológicas inusuales, etcétera), y elementos de origen
181 antropogénico, como pueden ser obras de ingeniería estructural (puentes, carreteras, vías férreas,
182 etcétera), edificios (rascacielos, monumentos, etcétera), y en zonas rurales, ciertos usos del suelo
183 – sobre todo aquéllos reconocidos como una parte integral de ciertas regiones desde hace tiempo.
184 Por su relación con la biodiversidad y los ecosistemas, algunos de los paisajes rurales mexicanos
185 se consideran muy valiosos, y son reconocidos y apreciados también por su significativo
186 antropogénico. No obstante, muchos de ellos se encuentran también amenazados, incluyendo
187 paisajes con ecosistemas, agroecosistemas y biodiversidad únicas. Por ejemplo:

188

189 **La zona chinampera de Xochimilco**

190 Está zona, tan importante como un elemento de la cultura mexicana del centro del país, se
191 encuentra en riesgo de desaparecer debido a la contaminación del agua y la insuficiencia de ésta;
192 debido al relleno de los canales y la conversión de las chinampas en potreros y, en especial,
193 debido a la proliferación de las zonas residenciales mediante un proceso de urbanización caótica
194 y sin planeación. Diversas especies endémicas de plantas acuáticas, peces y el *axolotl*
195 (*Ambystoma mexicanum*), además del paisaje chinampera de Xochimilco en su conjunto, están
196 bajo riesgo de extinción Ezcurra, 1990; Rzedowski, 1978).

197 Figura 13

198 **La costa del Pacífico**

199 Las bahías, playas, vegetación de manglar, selvas bajas, matorrales y chaparrales, desaparecen
200 ante el desarrollo urbano y hotelero. Se requieren más estrictas medidas de planeación,
201 ordenamiento ecológico y evaluación de impacto ambiental, para evitar que estos paisajes se
202 conviertan en ciudades costeras como Acapulco, con la pérdida de la belleza escénica que es la
203 esencia de su atractivo. Muchas de estas zonas albergan comunidades únicas y especies
204 endémicas y bajo riesgo, como es el caso del chaparral costero de Ensenada, Baja California, y
205 las selvas bajas de la región de Huatulco, Oaxaca, entre otras (CONABIO, 2000; Challenger,
206 1998).

207

208 **Paisajes etno-agroecológicos**

209 Algunas zonas del país (como los Valles Centrales de Oaxaca, los Altos de Chiapas, la zona
210 pulquera de Hidalgo, entre otras), tienen paisajes únicos, milenarios y fáciles de reconocer, en
211 donde se mezclan elementos típicos de la agricultura campesina indígena (milpas, policultivos,
212 huertos, terrazas, *metepantli*, etcétera), con masas forestales bien conservadas y áreas de
213 vegetación secundaria. También se encuentra en ellas la mayor parte de la gran riqueza de la

214 agrobiodiversidad mexicana (razas y variedades tradicionales de maíz, frijol, quelites, calabazas,
215 jitomates y chayotes, entre otros). Muchos de estos paisajes, sin embargo, cedan hoy ante la
216 proliferación de la ganadería extensiva, los anuncios espectaculares, los monocultivos y los
217 invernaderos. La pérdida de estos paisajes no sólo refleja el abandono de las tradiciones
218 campesinas, sino refleja también el abandono de los campesinos tradicionales por parte del estado
219 y de la sociedad mexicana. Sin valorar y apoyar a estas culturas y sus tradiciones, los paisajes que
220 han creados y la gran biodiversidad y agrobiodiversidad que se alberga *in etno situ*, se perderían
221 (Challenger, 1998; Toledo, *et al.*, 1989; Boege, 2004, 2005).

222 Figura 14

223

224 **Cuerpos de agua del Desierto Chihuahuense**

225 La fauna presente en los cuerpos de agua de la zona desértica del centro norte de México,
226 principalmente su ictiofauna, está amenazada por una serie de factores que incluyen: la
227 contaminación de las aguas, la disminución y/o alteración de los flujos de agua en los ríos y
228 arroyos, la introducción de especies exóticas y el abatimiento del manto freático y
229 consecuentemente de los manantiales y cuerpos de agua dependientes de estos.

230

231 **Caletas cársticas de Quintana Roo**

232 Las caletas del Caribe Mexicano entre las que se encuentran: Xpu Ha, Xel Ha, Yalku, Pta.
233 Soliman y el Cenote El Manatí se encuentran actualmente impactadas por el desarrollo de
234 actividades y desarrollos turísticos intensivos. Estas caletas son el resultado de procesos
235 acelerados de disolución de la roca caliza por efecto de la mezcla del agua dulce proveniente de
236 sistemas de ríos subterráneos del continente con el agua salada de mar. Las caletas y cenotes
237 interconectados constituyen microhabitats sumamente escasos en la costa de Quintana Roo, de

238 los cuales dependen organismos como el manatí (*Trichechus manatus*) cuya distribución en la
239 costa norte del Caribe Mexicano es altamente dependiente de estos ambientes, especie que es
240 desplazada por las actividades turísticas que en estos se desarrollan.

241

242 **Las Islas del Pacífico Mexicano**

243 Se localizan principalmente en la región noroeste que comprende el Golfo de California y la costa
244 oeste de la Península de Baja California. En esta región existen cerca de 900 islas e islotes. Las
245 islas de la región noroeste son áreas esenciales para la reproducción de más de 30 especies de
246 aves marinas del Pacífico oriental, dos especies de tortugas marinas, y cuatro pinnípedos. Son
247 además hogar de al menos 218 especies y subespecies endémicas de plantas y animales entre los
248 que se encuentran 81 reptiles, 45 aves terrestres y 92 mamíferos. El medio marino que las rodea
249 tiene además una particular riqueza en cuanto a biodiversidad por tratarse de una zona que recibe
250 la influencia de la región tropical y la transición templado tropical del Pacífico mexicano, además
251 de cierta influencia de la región indopacífica. (poner citas)

252

253 ECOSISTEMAS DE MÉXICO

254 Dado que todos los biomas principales que existen en la Tierra se encuentran en México o están
255 representados por tipos de vegetación afines y/o derivados, no es de sorprender que en México
256 también se encuentren representados casi todos los diferentes tipos de ecosistema conocido, tanto
257 terrestres y dulceacuícolas, como costeros y marinos. De hecho, uno de los factores de la
258 importancia global de los ecosistemas de México es su enorme variedad en términos absolutos;
259 otro factor es su diferencia, en términos relativos, con otros ecosistemas afines de otras regiones
260 del planeta (de hecho algunos resultan ser únicos), debido a su compleja historia biogeográfica y
261 a su evolución *in situ* (Challenger, 1998).

262 **Ecosistemas Terrestres**

263 En cuanto a la sistematización de los ecosistemas terrestres de México, los tipos de vegetación,
264 comunidades vegetales o ecológicas, así como sus estados serales de sucesión secundaria, éstos
265 han sido descritos y clasificados por diversos autores (Miranda, 1957, 1964; Miranda y
266 Hernández X., 1963; Flores *et al.*, 1971; Puig, 1976; Rzedowski, 1978; Breedlove, 1981; INEGI,
267 1997, 2000, 2005^a, 2005^b; González Medrano, 2003). De todos ellos, los sistemas de
268 clasificación más utilizados y citados por las instituciones académicas son los de Rzedowski
269 (1978), con 10 tipos de vegetación principales (más uno para los que no quepan en los otros
270 diez), y de Miranda y Hernández X. (1963), con 32 tipos de vegetación descritos. Mientras tanto,
271 el más citado por las instituciones gubernamentales es el del INEGI, con 50 tipos de vegetación
272 principales, la mayoría con entre dos y cuatro seres sucesionales identificados (más tres subtipos,
273 seis otros tipos, y más de 20 clasificaciones para los usos antropogénicos del suelo), así como los
274 distintos Inventarios Nacionales Forestales (que tradicionalmente se conciben para estimar
275 cantidades aprovechables de madera, más que para sistematizar los tipos de vegetación). En
276 ocasiones, también se citan estas fuentes gubernamentales en los estudios académicos.
277 De todos estos sistemas de clasificación, el que se encuentra más desagregado y ofrece mayor
278 detalle es el del INEGI (aunque en algunos casos la clasificación de Miranda y Hernández X.
279 resulta más desagregado, por ejemplo, en cuanto a subtipos de bosque □esófilo de montaña).
280 Además, a diferencia de los otros sistemas de clasificación, el del INEGI es dinámico; sigue
281 modificándose en la medida en que los usuarios opinan en cuanto a cómo puede mejorarse. Por
282 añadidura, en los últimos años, la clasificación del INEGI ha sido reestructurada (INEGI, 2005^b)
283 para hacerla comparable con la de Rzedowski (1978), para hacerla más atractiva y útil para los
284 académicos (véase la tabla a continuación):

285 Tabla 1

286 En términos muy a *grosso modo*, los ecosistemas terrestres de México se pueden agrupar en tres
287 grupos florístico-climatológicos: árido, tropical y templado, y éstos dos últimos pueden
288 subdividirse cada uno de acuerdo con la disponibilidad media anual de agua, en “húmedo” y
289 “subhúmedo (o seco)”: desde luego, entre estos extremos existen subtipos intermediarios (como
290 también existen distintos grados de aridez en las zonas secas), pero esta división ha resultado útil
291 para la agrupación y estudio de ciertos ecosistemas afines y sus pautas de aprovechamiento y
292 conservación (Toledo et al, 1989; Challenger, 1998; INEGI, 2005a). De este modo, se agrupan
293 los ecosistemas que integran la vegetación de zonas áridas y semiáridas (esencialmente
294 matorrales xerófilos y pastizales naturales); los del trópico húmedo (en especial las selvas altas y
295 medianas perennifolias y subperennifolias); los del trópico seco o subhúmedo (sobre todo las
296 selvas bajas y medianas, caducifolias y subcaducifolias, así como ciertos tipos de selvas
297 espinosas); los templado-subhúmedos (esencialmente los bosques de coníferas y de encinos) y los
298 templado húmedos (el bosque mesófilo de montaña y, bajo ciertas condiciones, el bosque de
299 oyamel). En las zonas de transición entre los ambientes terrestres y acuáticos se encuentran los
300 humedales como son los manglares y ciénegas (descritos en los apartados correspondientes de
301 este capítulo), algunos tipos de selva espinosa, así como la vegetación riparia y de galería (que
302 difiere en su estructura y composición de especies en función del clima predominante), y en
303 zonas de anegación temporal se encuentran otros tipos de humedal, selva espinosa y las sabanas.
304 Otros ecosistemas naturales, como las diferentes clases de pastizal y palmar, se pueden encontrar
305 en una diversidad de ambientes (subhúmedos, húmedos, de suelos anegados permanentemente,
306 temporalmente o nunca), tanto en climas templados como tropicales (Rzedowski, 1978; INEGI,
307 2006).

308 A un nivel mayor de resolución, se puede describir los ecosistemas terrestres de México en los
309 siguientes términos:

310 Los matorrales xerófilos cubren la mayor parte del Altiplano mexicano, las planicies costeras de
311 los estados de Tamaulipas y Sonora, la Península de Baja California y una parte importante del
312 Valle de Tehuacán-Cuicatlán en los estados de Puebla y Oaxaca. Comprenden una flora en la
313 cual predominan los géneros de afinidad neotropical (37%) y, sobre todo, endémica, con una
314 contribución de 44% de los géneros –cifra que sube a 60% al considerar las afinidades florísticas
315 al nivel de especie– con lo que estos ecosistemas son entre los más importantes de México por su
316 contribución a la flora endémica del país (Rzedowski, 1993, 1998). Asimismo, a pesar de su
317 escasa diversidad alfa (por hectárea), su enorme cobertura potencial (40% de la superficie
318 nacional) combina con su alta diversidad beta (entre sitios y regiones), para dar una contribución
319 total a la flora fanerógama de México de unas 6 mil especies estimadas –mayor a la de las selvas
320 húmedas (*sensu* Rzedowski, 1998). Los ecosistemas de matorral xerófilo tienen una fisonomía
321 predominantemente arbustiva, de baja estatura y abierta, debido a que las condiciones de aridez
322 limitan la producción de biomasa, y se pueden agrupar en tres variantes básicos de acuerdo con la
323 forma de vida de los componentes vegetales dominantes: leñosos, suculentos y herbáceos
324 (INEGI, 2005c, 2006). Los leñosos incluyen los matorrales micrófilos (dominados por especies
325 como la gobernadora, *Larrea tridentata*), que son los matorrales de mayor distribución (potencial
326 y actual) en México, con una cobertura actual de alrededor de 20 millones de hectáreas (INEGI,
327 2005a, 2005b); así como los matorrales subtropical, submontano, espinoso tamaulipeco, la
328 vegetación de desiertos arenosos y el chaparral – que se distribuye sobre todo en el noroeste de la
329 Península de Baja California, así como en los ecotonos entre otros matorrales y los bosques de
330 pino y encino en las zonas de sombra orográfica de diversas regiones montañosas del país
331 (INEGI, 2005c).

332 Los ecosistemas de matorral xerófilo en los cuales predominan las plantas suculentas y semi-
333 suculentas se integran en gran medida por las especies de ciertas familias botánicas

334 estrechamente vinculadas a México, ya que aquí se encuentran sus centros de origen y/o de
335 diversificación: se incluyen las Cactaceae, Agavaceae (magueyes, izotes y sotoles), Crassulaceae
336 (familia botánica que, a pesar de su distribución cosmopolita, tiene en México un centro de
337 diversificación muy importante, sobre todo para el género *Echeveria*), y Fouquieriaceae (ocotillo,
338 cirio, etc.), todas con porcentajes de endemismo específico extremadamente altos (INEGI, 2005c,
339 2006; CONABIO, 2006; Rzedowski, 1998; Golubov, 2002). Los ecosistemas de este tipo
340 incluyen el matorral desértico rosetófilo (dominado por agaves como la lechuguilla, así como por
341 especies de yuca, entre otras), que persiste en más de 10 millones de hectáreas del país), así como
342 el matorral crassicaule (en el cual predominan los cactus grandes, sea de tallo aplanado como en
343 el caso de los nopales, o de tallo cilíndrico como en el caso de las chollas, los cardones y
344 tetechos, etc.), el matorral sarcocaule, el matorral sarco-crassicaule, el matorral rosetófilo costero
345 y el matorral sarco-crassicaule de neblina.

346 Los matorrales de tipo herbáceo incluyen los ecosistemas de vegetación gipsófila, que se
347 desarrolla sobre suelos yesosos, así como la vegetación halófila de las cuencas endorreicas de las
348 zonas áridas y semiáridas.

349 Las selvas de México se encuentran en las tierras bajas tropicales, a lo largo del Golfo de México
350 (hasta el sur de Tamaulipas en su límite norte), a lo largo de la costa del Pacífico (hasta el sur de
351 Sonora en su límite norte), a lo largo de las faldas bajas y los cañones del vertiente del Pacífico
352 de la Sierra Madre Occidental, así como cubriendo casi la totalidad de la Península de Yucatán, la
353 mayor parte de la cuenca del río Balsas, los Valles Centrales de Oaxaca, el este de Chiapas
354 (Región Lacandona) y la Depresión Central del mismo estado, así como una parte importante del
355 Bajío (las selvas espinosas de esta última región ahora erradicadas casi en su totalidad). De ellas,
356 las selvas húmedas se encuentran de manera casi exclusiva en el vertiente del Atlántico (las
357 planicies del Golfo de México –salvo una región dominada por selva subhúmeda en el centro de

358 Veracruz–, el sur y este de la Península de Yucatán y el este de Chiapas), aunque hay una
359 extensión importante a lo largo del vertiente del Pacífico de la Sierra Madre de Chiapas, así como
360 manchones de menor tamaño en las faldas bajas de la Sierra Madre del Sur de Oaxaca y
361 Guerrero. Las selvas subhúmedas, por si parte, ocupan las regiones restantes dentro de la
362 distribución total de las selvas mencionada arriba.

363 La vegetación de las selvas es fundamentalmente de afinidad neotropical –estimada, al nivel de
364 género, en 75% en el caso de las selvas subhúmedas y 99% en el caso de las selvas húmedas–,
365 con un componente endémico muy importante en las selvas bajas caducifolias (estimada en 25%
366 al nivel de género, y en 40% al nivel de especie), que se reduce en ambientes de mayor humedad,
367 para llegar a ser muy escasa (quizás sólo 5% al nivel de especie) en el caso de las selvas húmedas
368 (Rzedowski, 1993, 1998). No obstante, es importante señalar que las definiciones de lo que
369 constituye un elemento florístico neotropical y lo que constituye un elemento endémico empiezan
370 a borrarse al considerar y reconocer los elementos “boreotropicales” de la flora de las Américas,
371 así como el hecho de que – de acuerdo con estudios paleobotánicos recientes – muchos linajes
372 considerados convencionalmente como de origen neotropical parecen haber tenido ancestros muy
373 antiguos cuya distribución natural incluía a Norteamérica y México, en tiempos geológicos muy
374 anteriores a la evolución de sus descendientes modernos en América del sur que, a la postre,
375 colonizaron a México durante los últimos 5 millones de años, aproximadamente – algo reciente,
376 en términos geológicos (Lavin y Luckow, 1993; Wendt, 1993; Challenger, 1998; Ramírez y
377 Cevallos-Ferriz, 2000; Cevallos-Ferriz y Ramírez, 1998). En este contexto, el componente
378 propiamente endémico de la flora del trópico mexicano (inclusive del trópico húmedo), en el
379 sentido de la presencia en el registro fósil de elementos ancestrales a la flora moderna, podría ser
380 más importante que hasta ahora se ha reconocido en la literatura botánica (Cevallos-Ferriz y
381 Ramírez, 1998).

382 La distribución potencial de las selvas abarca aproximadamente 28% del territorio nacional
383 (INEGI, 2005a), pero en conjunto contribuyen con 40% de la flora de México, ya que se estiman
384 una contribución total de 5 mil especies de las selvas húmedas y 6 mil especies de las selvas
385 subhúmedas, de una flora fanerógama nacional estimada en 27 mil especies, potencialmente
386 (Rzedowski, 1998). En el caso de las selvas húmedas, éstas tienen una biodiversidad alfa de las
387 más elevadas de cualquier ecosistema terrestre, típicamente con varios cientos de especies de
388 plantas por hectárea (además de una gran diversidad de fauna, de casi todos los órdenes), aunque
389 su biodiversidad beta es relativamente baja: las selvas subhúmedas también pueden alcanzar una
390 biodiversidad alfa relativamente alta (aunque menor a la de las selvas húmedas), pero su
391 biodiversidad beta (entre sitios y regiones) es extremadamente elevada (Challenger, 1998).

392 Todas las selvas son ecosistemas dominados por árboles, generalmente muy densos, con una
393 abundancia de lianas, bejucos y epífitas, y en algunos casos integrando un número importante de
394 elementos espinosos. Ya se mencionó que las selvas se pueden agrupar en dos conjuntos
395 principales, húmedas y subhúmedas, de acuerdo con su distribución climática. El INEGI
396 reconoce 11 tipos de selva, más otros tipos de vegetación con cierta afinidad selvática, y los
397 clasifica de acuerdo con varios criterios de corte fenológico (persistencia del follaje), morfológico
398 (presencia o no de espinas, púas, etc.), así como de acuerdo con la altura promedia de la
399 vegetación. De esta manera, las selvas húmedas incluyen la selva alta perennifolia (la que
400 predomina en la Región Lacandona), la selva alta subperennifolia, la selva mediana perennifolia
401 (típica del sur de la Península de Yucatán) y la selva mediana subperennifolia. Las selvas
402 subhúmedas, por su parte, incluyen la selva baja caducifolia (que domina la vegetación de la
403 costa del Pacífico así como la Cuenca del Balsas), la selva baja subcaducifolia, la selva mediana
404 caducifolia y la selva mediana subcaducifolia (estas dos últimas típicas del centro-norte de la
405 Península de Yucatán): también se puede agrupar con las selvas subhúmedas el matorral

406 subtropical, debido a sus afinidades florísticas y a la predominancia de árboles de baja estatura
407 (Tabla 1). Las distintas variedades de selva espinosa son, en realidad, más difíciles de agrupar
408 utilizando criterios climáticos o afinidades ecológicas, aunque así se ha hecho en el pasado (*sensu*
409 Rzedowski, 1978). Si bien la mayoría de estas selvas – en términos de su cobertura potencial
410 relativa – se desarrollan en zonas de clima trópico-subhúmedo (aunque en el caso del Bajío se
411 desarrollan en un clima prácticamente templado subhúmedo), por lo que comparten afinidades
412 florísticas, características ecológicas y un comportamiento fenológico con las selvas
413 subhúmedas, otros tipos de selva espinosa se desarrollan bajo condiciones muy distintas
414 (Rzedowski, 1978; INEGI, 2006). Es el caso de la selva baja perennifolia, que se desarrolla en
415 sitios de inundación permanente dentro de las zonas selváticas, asociada en ocasiones con zonas
416 de manglar, y distribuido en la llanura costera del sur de Veracruz y Tabasco, la Península de
417 Yucatán y la Sierra de Chiapas. Asimismo, la selva baja subperennifolia se desarrolla en climas
418 trópico húmedo y trópico subhúmedo en condiciones de anegación total del suelo durante la
419 temporada de lluvias, que se seque durante el estiaje. Éstas selvas se encuentran en las planicies,
420 llanuras y otras zonas bajas e inundables de la Península de Yucatán y el sur de Veracruz y
421 Tabasco; las selvas de este tipo incluyen las llamadas tintales (dominada por *Haemotoxylon*
422 *campechianum*), bucidales (dominada por *Bucida spinosa*) y pucteales (dominada por *Bucida*
423 *buceras*), entre otras (INEGI, 2006; Olmstead y García, 1997).

424 Los bosques de México se encuentran mayoritariamente (aunque no exclusivamente) en las zonas
425 montañosas, a lo largo de la Sierra Madre Occidental (desde siempre, la zona de mayor
426 concentración de ecosistemas boscosos del país), las sierras madre Oriental, del Sur y del Sur de
427 Chiapas, el Eje Neovolcánico, la Sierra Norte de Oaxaca y los Altos de Chiapas, así como en
428 distintas serranías y montañas aisladas en el altiplano e inmiscuido en las planicies tropicales.
429 Grosso modo, los bosques se subdividen entre los de clima templado subhúmedo, que

430 predominan en extensión, y los de clima templado húmedo. Los primeros se dividen entre
431 bosques de coníferas (de pino, abeto u oyamel, ayarín, cedro y táscate), bosques de latifoliados
432 (en los cuales los encinos son dominantes) y bosques mixtos de pino y encino en distintas
433 proporciones. Los bosques de clima templado húmedo son casi exclusivamente bosques
434 mesófilos de montaña, aunque algunos bosques de oyamel pueden encontrarse en estas
435 condiciones.

436 Abordando primeramente los bosques de clima templado subhúmedo, en términos generales los
437 bosques de encino se distribuyen en las faldas medianas de las montañas, las coníferas
438 dominando en las partes altas, debido a su mayor tolerancia al frío. Así mismo, en aquéllas
439 serranías de origen volcánica, con suelos ácidos (por ejemplo, en la porción septentrional de la
440 Sierra Madre Oriental), nuevamente predominan los pinos, cuya evolución como taxón en
441 México se considera estrechamente ligada a los procesos de vulcanismo en el pasado geológico,
442 habiéndose adaptado así a la acidez de los suelos derivados de los flujos de lava y a los incendios
443 provocados por las erupciones volcánicas (Rzedowski, 1978; Cevallos-Ferriz y Ramírez, 1998).

444 De hecho, la evolución *in situ* de los géneros botánicos *Quercus* (los encinos) y *Pinus* (pinos),
445 influida de manera importante por los procesos orográficos y de fluctuaciones climáticos en el
446 pasado geológico, ha conllevando a procesos de diversificación y especiación tales en México
447 que el país es considerado el mayor centro de diversidad mundial de los pinos, con alrededor de
448 50% de todas las especies conocidas, y el centro de diversidad hemisférica para los encinos, con
449 alrededor de 33% de las especies conocidas (Challenger, 2003). Estos hechos son muy
450 importantes, y bastante curiosos, considerando que México es considerado un país tropical y
451 semiárido.

452 Los bosques de coníferas de México son comunidades de vegetación siempre verde o
453 perennifolia. Entre sus distintos tipos, los bosques de oyamel (dominados por árboles del género

454 *Abies*) son ecosistemas densos y altos (30m) que se distribuyen en las zonas de mayor humedad y
455 frío, entre los 2,000 y 3,400 metros de altitud, principalmente, y se concentran en el Eje
456 Neovolcánico y la Sierra Madre del Sur, en donde forman masas forestales de gran tamaño, y de
457 manera más aislada en otras serranías. Los bosques de ayarín o pinabete (dominados por árboles
458 de los géneros *Picea* y *Psuedotsuga*) se encuentran en condiciones muy similares a los de los
459 bosques de oyamel, pero son más comunes en el norte del país, sobre todo en la Sierra Madre
460 Oriental, aunque también se encuentran en el Eje Neovolcánico, la Sierra Madre Occidental y
461 algunos otros sitios localizados. En el bosque de cedro, por su parte, si bien predomina el género
462 *Cupressus*, esto comúnmente se mezcla con otros géneros (especialmente *Pinus*, *Quercus* y
463 *Abies*). Se desarrolla en microclimas más húmedos entre las grandes masas de bosques de pino,
464 en las principales sierras del oeste y sur del país. También conocido a veces como cedro, pero
465 más comúnmente como táscate o enebro, el género *Juniperus* que integra los bosques de táscate
466 es un árbol de corta estatura que se desarrolla en zonas de menor humedad dentro de las regiones
467 de clima templado subhúmedo, comúnmente en zonas de transición con ecosistemas de zonas
468 áridas y tropical subhúmedas. Se forma bosques más bien abiertos, en los cuales es frecuente la
469 intervención de árboles de otros géneros, sobre todo de *Pinus* y *Quercus* (INEGI, 2005c).

470 Los bosques de pino, dominados por árboles del género *Pinus*, son los de mayor distribución
471 entre los distintos tipos de bosque de conífera, cubriendo hoy alrededor de 75% de su distribución
472 potencial estimada de poco más de 10 millones de hectáreas, aunque la vegetación primaria cubre
473 sólo 5 millones de hectáreas, aproximadamente (INEGI, 2005a, 2005b). Los pinos se encuentran
474 en todas las sierras del país, formando bosques de altura y densidad muy variables, pero de escasa
475 variedad en cuánto a las especies dominantes del dosel, ya que muchos de estos bosques son
476 monoespecíficos, o bien, dominados por un puñado de especies, solamente. Es importante
477 mencionar que los bosques de pinos también se encuentran – aunque con una cobertura muy

478 limitada – en zonas de clima trópico húmedo, aún a altitudes tan bajas como los 300 metros. Se
479 consideran la mayoría de estos bosques como relictuales de una distribución mucho más amplia
480 en el pasado geológico, y que son mejor adaptados a las actuales condiciones climáticas y de
481 suelo que la vegetación tropical circundante.

482 El bosque de encino, por su parte, es el tipo de vegetación con la distribución potencial más
483 amplia dentro del clima templado subhúmedo, estimada en más de 16 millones de hectáreas por
484 el INEGI (2005a), aunque de ésta, sólo sobreviven hoy 10 millones de hectáreas, la tercera parte
485 de ésta siendo vegetación secundaria (INEGI, 2005b). En realidad este tipo de vegetación se
486 integra de una diversidad muy amplia de ecosistemas distintos, reflejado en las más de 200
487 especies diferentes de *Quercus* en México, desde encinares caducifolios y de corta estatura
488 formando bosques semi-abiertas en las áreas de transición con zonas de clima más seca y cálida,
489 hasta encinares muy húmedos, densos, altos y perennifolios, en las áreas más lluviosas de las
490 masas montañosas – así como todos los variantes entre estos dos extremos. Así mismo, al igual
491 que en el caso de los bosques de pino, existen encinares en las zonas tropicales, probables relictos
492 de distribuciones más amplias en el pasado geológico, actualmente favorecidos sobre la
493 vegetación tropical predominante debido a su mejor adaptación a ciertas condiciones del suelo.

494 Los bosques mezclados, de pino-encino (predominan los pinos) y de encino-pino (predominan
495 los encinos), juntos cubren una superficie muy grande (potencialmente de más de 16 millones de
496 hectáreas, de acuerdo con el INEGI). Se encuentran en las áreas de transición entre los bosques
497 de encino y los bosques de pino, predominando los de encino-pino a menor altitud, y los de pino-
498 encino a mayor altitud.

499 Aún cuando los géneros de los árboles dominantes de los bosques de coníferas y encinos son de
500 afinidad netamente boreal, tomado como un todo, al nivel de género la vegetación de estas
501 comunidades se comprende de porciones más o menos iguales de afinidad boreal y tropical (hay

502 muchos elementos de afinidad tropical en el sotobosque), y también hay un componente de
503 evolución endémico muy importante - en términos porcentuales, aproximadamente 37% boreal,
504 37% tropical y 27% endémico, al nivel de género (Rzedowski, 1993, 1998). Se ha calculado que
505 la contribución total a la flora fanerogámica de México de los ecosistemas de clima templado
506 subhúmedo es de alrededor de 7,000 especies, eso es prácticamente la cuarta parte de la flora
507 nacional (Rzedowski, 1998).

508 Para enfocar ahora en los ecosistemas de clima templado húmedo, se trata de los bosques
509 mesófilos de montaña – un conjunto de comunidades de gran diversidad de estructura y
510 composición, pero que compartan ambientes templados (y en algunos sitios tropicales) muy
511 húmedos, tanto en términos de la precipitación media anual, como en términos de la persistencia
512 de la humedad atmosférica muy alta, durante casi todo el año (Rzedowski, 1978). Son
513 ecosistemas que se desarrollan en las zonas montañosas en aquéllas altitudes (comúnmente entre
514 las 800 y 2,400 metros sobre el nivel del mar) en donde se forman las nubes y neblinas, así como
515 en barrancas y laderas muy húmedas y sombreadas, por lo que se encuentran protegidos de altas
516 intensidades de insolación durante la mayor parte del año. Por ello, son comunidades muy densas
517 y oscuras, con abundantes epífitas que incluyen, generalmente, una cubierta de musgo en los
518 troncos y ramas de los árboles de la vegetación primaria (Challenger, 1998; INEGI, 2005c). La
519 mayoría de los árboles del bosque mesófilo son perennifolios (aunque hay importantes
520 excepciones, como el llamado “bosque caducifolio” de la región de Xalapa, Veracruz), pero en el
521 sotobosque se encuentran árboles bajos y arbustos, algunos de los cuales pueden ser caducifolios,
522 así como helechos arborescentes y un número muy importante de plantas tropicales, entre ellas
523 trepadoras y algunas palmas.

524 En términos de su composición florística, son ecosistemas fundamentalmente de afinidad
525 neotropical – siendo su proporción estimada en 62%, al nivel de género –, a pesar de su

526 distribución en zonas de clima templado, y aún cuando la mayoría de las especies del dosel son
527 de afinidad boreal (afinidad que comparte aproximadamente 25% de los géneros de la vegetación
528 fanerogámica de estas comunidades). El componente endémico, de 13% al nivel de género, es
529 mucho mayor al nivel de especie, incluyéndose en estos ecosistemas un gran número de especies
530 endémicas, tanto de flora como de fauna. Se ha calculado que la contribución relativa de los
531 bosques mesófilos a la flora fanerogámica de México es de 3,000 especies; eso es 10% de la flora
532 nacional (Rzedoski, 1998). Dado que el bosque mesófilo de montaña se encuentra circunscrito a
533 una superficie potencial que escasamente pasa el uno por ciento del territorio nacional y que
534 actualmente se queda reducida a la mitad (INEGI, 2005a, 2005b), esto le confiere la diversidad
535 biológica más alta de todos los ecosistemas terrestres de México, por unidad de superficie que
536 ocupa, al nivel nacional. Una de las razones que explica este fenómeno, es la distribución
537 archipiélago de los bosques mesófilos, es decir, se encuentran de forma natural muy disjuntas el
538 uno del otro, no sólo en términos de distancia, sino también en términos de altura, cada bosque
539 siendo una isla ecológica separada de otras, y así permitiendo importantes procesos de
540 diversificación y especiación *in situ*. Por otra parte, se ha encontrado un intercambio de especies
541 muy importante relacionado con el gradiente altitudinal, por lo que dentro de un mismo bosque
542 mesófilo, son muy distintas las especies que integran sus límites altitudinales inferiores que los
543 intermediarios y superiores – es notoriamente el caso de los bosques mesófilos del norte de
544 Oaxaca. El INEGI sólo reconoce “bosque mesófilo de montaña”, pero en realidad hay una
545 diversidad importante de subtipos, incluyendo los menos húmedos (el bosque de pino, encino y
546 liquidámbar), los más anegados (el bosque enano), los con mayor abundancia de elementos
547 tropicales (en la Sierra Madre de Chiapas, por ejemplo), los mayoritariamente caducifolios,
548 etcétera (Challenger, 1998, 2003).

549 Para concluir esta sección, es importante recalcar que dentro de estos diferentes tipos de
550 ecosistemas, existe una gran heterogeneidad en términos de la composición de especies,
551 dominancia y estructura de la vegetación, de acuerdo con la ubicación geográfica, altitud, la
552 orientación de la ladera, los rangos de temperatura y precipitación, etcétera. Es por ello, que
553 ciertos tipos de ecosistema presentan una muy alta biodiversidad beta, en especial, los bosques de
554 coníferas y encinos y los bosques mesófilos de montaña (Rzedowski, 1993; Pérez-García y
555 Williams-Linera, 1990; Nixon, 1993). Esto es uno de los factores más importantes para la
556 megadiversidad biológica de México, ya que el mismo tipo de vegetación puede incluir un
557 número muy elevado de comunidades bióticas distintas, con hábitats y nichos ecológicos
558 diferentes, y por ende, faunas diferentes.

559 Dentro de esta diversidad, existen también estados serales, resultado de las perturbaciones
560 naturales y antropogénicas, con sus propios conjuntos de especies especializadas, así como
561 ecosistemas relictuales (en el sentido biogeográfico, como las floras alpinas y subalpinas de las
562 montañas más elevadas, y como los propios bosques mesófilos; así como en el sentido de la
563 transformación antropogénica de los ecosistemas, como es el caso, ahora, de las selvas altas
564 perennifolias y – nuevamente – los bosques mesófilos de montaña), cada uno con sus
565 comunidades bióticas diversas y a la vez, amenazadas (McDonald, 1993; Rzedowski y Palacios
566 Chávez, 1977; Challenger, 1998).

567

568 **Ecosistemas Marinos**

569 A diferencia del ámbito terrestre, en el cual sobre un punto determinado del planeta se presenta
570 siempre un bioma característico, con solo dos dimensiones básicas (su altitud-latitud/extensión
571 horizontal, independientemente que este internamente pueda ser micro-multidimensional), en el
572 ambiente marino una tercera dimensión, la profundidad, adquiere una relevancia crítica. Esta

573 situación permite el desarrollo de comunidades bióticas distintivas sobrepuestas unas sobre las
574 otras. Adicionalmente, la dimensión temporal no siempre estrictamente estacional, determina la
575 ubicación de masas de agua con diferentes temperaturas y por ende de la presencia de su biota
576 característica.

577 En el ámbito marino una serie de factores son considerados para determinar básicamente las
578 zonas en las que se desarrolla la asombrosa diversidad de organismos presente en los mares del
579 planeta, entre ellas: la profundidad, la disponibilidad de luz y la distancia a partir de la costa. La
580 profundidad influye sobre las características físicas y químicas de las aguas marinas, las cuales
581 junto con el peso propio de la columna de agua, traducido en presión, son determinantes para la
582 distribución de los organismos. La disponibilidad de luz a diferentes profundidades determina la
583 presencia de procesos fotosintéticos en los organismos que habitan la zona más somera de los
584 océanos o zona fótica y aquellos que se desarrollan sin su influencia directa, en la zona afótica.
585 La distancia desde la costa hacia una estrecha franja tierra adentro determina la influencia de
586 agua marina sobre los organismos predominantemente terrestres de la zona supralitoral y hacia el
587 mar, resulta en una mayor o menor interacción entre los organismos pelágicos que habitan la
588 columna de agua y aquellos que se desarrollan sobre los fondos marinos u organismos
589 bentónicos.

590 **Figura 15**

591 En el ámbito marino la biomasa y la biodiversidad no se encuentran homogéneamente
592 distribuidas sino que tienden a concentrarse cerca de los continentes en la plataforma continental
593 o cerca de las masas insulares. Para proteger una muestra representativa de la diversidad de los
594 ambientes presentes en las costas y mares mexicanos, será necesario identificar los ejemplos más
595 relevantes de los ecosistemas y ambientes que se enlistan a continuación e instrumentar en estos

596 sitios tanto esquemas de conservación como aquellos necesarios para su manejo y
597 aprovechamiento sustentable (Bezaury, en prep.):

598 *Área costera*

599 Región litoral - zonas bentónicas supralitoral y mediolitoral.

600 Dunas costeras, costas arenosas, humedales costeros, costas fangosas, costas rocosas, caletas y
601 pequeñas bahías.

602 *Plataforma Continental*

603 Provincia pelágica nerítica y zonas bentónicas infralitoral interna y externa.

604 Arrecifes y comunidades coralinas, praderas de pastos marinos, aguas aledañas a las islas
605 continentales, bajos, bancos de rodolitos, cañones submarinos, zonas de surgencia, frentes de río,
606 zonas con macroalgas, áreas de reproducción y crecimiento de moluscos y crustáceos, áreas de
607 reproducción, agregación, crecimiento y alimentación de peces, playas de anidación y áreas de
608 crecimiento y alimentación de tortugas marinas, áreas de reproducción, crecimiento y
609 alimentación de aves marinas y costeras, áreas de reproducción, crecimiento y alimentación de
610 mamíferos marinos.

611 *Área Oceánica*

612 Provincia pelágica oceánica – zonas epipelágica, mesopelágica, batipelágica y abisopelágica y
613 zonas bentónicas batial, abisal y hadal.

614 Islas oceánicas, montañas marinas y guyots, trincheras y fosas, planicies del fondo oceánico y
615 zonas con alta complejidad de fondos; comunidades bentónicas distintivas tales como:
616 comunidades de chimeneas hidrotermales; corales y bancos de esponjas de profundidad y
617 comunidades de chapopoterías submarinas; zonas con concentraciones de depredadores de alto
618 nivel trófico; y, zonas con alta frecuencia de frentes oceánicos.

619 Recuadro 1

620 **Ecosistemas Dulceacuícolas**

621 Los ríos son sistemas dulceacuícolas que presentan constante movimiento unidireccional sobre la
622 superficie terrestre; forman parte del ciclo hidrológico; se surten de agua a lo largo del año a
623 partir de la precipitación pluvial y de los escurrimientos superficiales, asimismo se proveen
624 combinadamente de los mantos freáticos y del deshielo de las montañas altas. De toda el agua en
625 el planeta, solo el 0.0001 % corresponde a los ríos, los cuales a lo largo de la historia han sido
626 importantes en el establecimiento de importantes civilizaciones y en consecuencia los primeros
627 en recibir los desechos de las diferentes actividades humanas.

628 Las aguas con flujo o sistemas lóticos (arroyos y ríos) son una de las fuerzas erosivas sobre la
629 superficie terrestre que ha efectuado su acción a lo largo de miles de millones de años; su hábitat
630 presenta frecuentes y rápidos cambios, reflejándose en variaciones en la cantidad y calidad del
631 agua y consecuentemente en la composición y abundancia de sus comunidades biológicas. Los
632 cambios ambientales y biológicos en los ríos son más rápidos y menos predecibles que los lagos
633 (Whitton, 1975).

634 La abundancia en número y caudal de los ríos en México es regida principalmente por la
635 heterogeneidad en las condiciones topográficas, fisiográficas y climáticas. A lo largo de
636 aproximadamente 2 millones de kilómetros cuadrados de superficie nacional, cerca del 65% es
637 terreno montañoso; acorde con la distribución geográfica de temperatura ambiental y del régimen
638 de lluvias, 31% del país es desértico y árido, 36% semiárido y 31% es subhúmedo y húmedo.

639 Del total de lluvia en nuestro país, equivalente al 0.00003% del total mundial, con precipitación
640 media anual estimada en 775 mm anuales con un escurrimiento medio aproximado de 1 500 000
641 millones de m³ en las 320 cuencas hidrográficas (Arreguin et al, 2004); gran parte de la
642 precipitación se pierde por evapotranspiración (60-72 %) o por infiltración (10-20 %); del
643 promedio de agua disponible, de 410 a 420 millones de m³, de entre el 10 y 28 % llega a los ríos

644 (Alcocer, 2002; Aldama, 2002; López, 2006). México es un país de rango intermedio en la
645 disponibilidad anual de agua pero que está en un delicado equilibrio entre la disponibilidad y
646 demanda de agua; se tiene una disponibilidad natural de 4,986 m³/año/habitante, se estima que
647 para el año 2025 será de 2 745 m³ (Shiklomanov, 2002).

648 En México existen alrededor de 50 ríos principales cuyas cuencas de captación se encuentran en
649 las vertientes: del Océano Pacífico, Océano Atlántico (Golfo de México y Mar Caribe), y la
650 vertiente interior cuyos ríos desembocan generalmente en lagos interiores (INEGI, 1997). En la
651 vertiente del Pacífico destacan las cuencas de los ríos Yaqui, Fuerte, Mezquital, Lerma- Santiago
652 y Balsas; en la costa del Golfo de México las cuencas de los ríos Bravo, Pánuco, Papaloapan,
653 Grijalva y Usumacinta. El 60% del caudal anual proviene de los ríos Usumacinta, Grijalva,
654 Papaloapan, Coatzacoalcos, Pánuco, Balsas y Santiago, cuyas cuencas en conjunto ocupan casi el
655 27 % del área nacional.

656 El 67% del territorio de México se ubica en torno al Trópico de Cáncer, al igual que las zonas de
657 los grandes desiertos del Hemisferio norte. La mayor parte de los asentamientos humanos, de las
658 instalaciones industriales y de las áreas agrícolas de riego, presentan condiciones de aridez o
659 semiáridéz, ya que reciben únicamente 1/3 del escurrimiento superficial. En contraparte, el 33%
660 restante es húmedo o subhúmedo. Entre las 320 cuencas hidrográficas que posee México, se
661 encuentran más de 14,000 cuerpos de agua en su mayoría artificiales, el 83.5% son menores a 10
662 hectáreas y también 70 lagos naturales, con superficies mayores a 10 hectáreas (Arredondo y
663 Aguilar, 1987; García y de la Lanza, 2002; García, et al, 2002).

664 Existen mas de 4,200 presas, de ellas 667 son grandes presas. Se cuenta con una capacidad de
665 almacenamiento de alrededor de 180 km³ (38.1%) que permite regular un volumen de 84 km³
666 (17.8%) del total anual disponible de 472 km³. La mayoría de los ríos más caudalosos se
667 encuentran parcial o totalmente controlados mediante presas de propósitos múltiples.

668 En cuánto la biodiversidad de los cuerpos de agua de México, se tienen identificadas 110
669 Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), de las cuales el 75% está considerado como áreas de
670 alta riqueza biológica. En cerca del 70% de las RHP existen serias amenazas a su biodiversidad y
671 en el 26% la información está muy limitada. La principal problemática detectada es la
672 sobreexplotación de las aguas que ocasiona una disminución en la cantidad del líquido
673 disponible, la desertificación, el deterioro de los sistemas acuáticos, su contaminación,
674 eutrofización y la introducción de especies exóticas a los cuerpos de agua, las cuales desplazan a
675 las especies nativas y reducen la diversidad biológica (Arriaga et al., 2000).

676 En las cuencas de los ríos Pánuco, Lerma, San Juan y Balsas se recibe el 50% de las descargas de
677 aguas residuales del país. Los acuíferos más contaminados se localizan en la Comarca Lagunera,
678 el Valle de México, la región del Bajío y el Valle del Mezquital, como resultado de los lixiviados
679 de los agroquímicos. En cuanto a los 19 km³ de aguas residuales que generan al año la agricultura
680 de riego, la industria y la población, escasamente el 0.95 km³ (5%) recibe algún tipo de
681 tratamiento. Algunos de los contaminantes de estas aguas son materia orgánica, agroquímicos y
682 en algunos casos metales pesados (Fig. 7). Los procesos de deforestación también contribuyen
683 ampliamente a la degradación de la calidad del agua en las cuencas (Arreguín et al., 1996).

684 Para México, las RHP más importantes para la conservación son los ríos Bravo, Conchos, San
685 Juan, Pánuco, Coatzacoalcos, Grijalva-Usumacinta, cuenca alta del río Verde, Cuatro Ciénegas,
686 los llanos de El Salado, Lago de Chapala, el sureste de Veracruz, Catemaco y Yucatán. Todas
687 estas RHP están consideradas como en peligro o vulnerables y requieren acciones urgentes para
688 su conservación. Entre las regiones con estatus crítico y en peligro cuya conservación es
689 prioritaria a escala regional, se encuentran el delta del río Colorado, las costas de Sonora y
690 Sinaloa, el Complejo Guzmán, el Bolsón de Mapimí, los ríos Salado, Santiago, Lerma, Balsas,
691 Ameca y Tehuantepec. Estas regiones se encuentran fuertemente afectadas, por lo que las

692 acciones de conservación deben darse en un ámbito regional (Arriaga et al., 2000). Miller (1986)
693 reporta 500 especies de peces dulceacuícolas para México, agrupados en 47 familias. Espinosa y
694 colaboradores (1993) registran un total de 506 especies. En México se encuentra el 60% de los
695 peces de agua dulce de Norteamérica y el 6% del total mundial.

696 Los ríos con más diversidad de peces son el Pánuco (75 especies, 30% endémicas), Lerma-
697 Santiago (57 especies, 58% endémicas), Coatzacoalcos (53 especies, 13% endémicas) y
698 Papaloapan (47 especies, 21% endémicas). Algunos de los sistemas lacustres más importantes
699 por su biodiversidad y alto número de endemismos conocidos son el lago de Chapala, los lagos-
700 cráter de la Cuenca de Oriental, el lago de Catemaco, la laguna de Chichankanab y el lago de la
701 Media Luna. Cuatro Ciénegas, en el estado de Coahuila, es un sitio particularmente importante,
702 ya que en esta pequeña zona viven 12 especies de crustáceos (la mitad endémicas), 33 de
703 moluscos, 16 de peces, la mayoría endémicas y en peligro de extinción (Arriaga et al., 2000). La
704 CONABIO dentro de su programa de especies invasoras reporta 74 especies de peces
705 pertenecientes a 15 familias. En las 172 principales presas y lagos del país se tienen registradas la
706 captura de 108 especies dulceacuícolas sujetas a explotación pesquera y/o acuícola: 97 especies
707 de peces, tres de anfibios, cinco de crustáceos, una de insectos, una de moluscos y una de gusanos
708 (DOF, 2004) actualizar datos con CNPesq DOF 2006.

709 Además de los ecosistemas terrestres, marinos y acuáticos arriba descritos, existen también
710 hábitats muy restringidos, dentro de medio ambientes bastante localizados, cada uno con sus
711 respectivas biotas – generalmente con muy altos niveles de endemismo – como son las cuevas,
712 los cenotes, los lagos intermontanos, las chimeneas hidrotermales, etc., cuya descripción en
713 detalle no es objetivo del presente capítulo.

714