

SUPERLATIVOS FORESTALES DE MÉXICO, ALGUNOS DEL MUNDO Y ALGO MÁS

Dante Arturo Rodríguez Trejo



**SUPERLATIVOS
FORESTALES DE
MÉXICO,
ALGUNOS DEL MUNDO
Y ALGO MÁS**

Dante Arturo Rodríguez Trejo

Con la colaboración de
Carlos Enrique González Vicente

Universidad Autónoma Chapingo
División de Ciencias Forestales
Academia Nacional de Ciencias Forestales

2020

SUPERLATIVOS FORESTALES DE MÉXICO, ALGUNOS DEL MUNDO Y ALGO MÁS

Dante Arturo Rodríguez Trejo

Universidad Autónoma Chapingo

División de Ciencias Forestales

Academia Nacional de Ciencias Forestales

Derechos reservados ® 2020.

(ISBN en trámite).

Edición: Dante Arturo Rodríguez Trejo, Carlos Enrique González Vicente y Miguel Ángel Pérez Torres.

Diseño de la portada: Dante Arturo Rodríguez Camacho y Dante Arturo Rodríguez Trejo.

Foto de la portada: el árbol de Santa María del Tule, Oax., por Dante Arturo Rodríguez Trejo, 2018.

Foto de la contraportada: el volcán Iztaccíhuatl, por Dante Arturo Rodríguez Trejo, 2011.

Forma sugerida para citar este trabajo:

Rodríguez Trejo, Dante Arturo. 2020. Superlativos Forestales de México, Algunos del Mundo y Algo Más. 1ª ed. Universidad Autónoma Chapingo, División de Ciencias Forestales; Academia Nacional de Ciencias Forestales. México. 97 p.

Agradecimientos

El autor agradece a Ángel Leyva Ovalle, Director de la División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo, y a Miguel Ángel Pérez Torres, Subdirector de Extensión y Servicio de la misma, por brindar su apreciable y decidido apoyo para que esta publicación viera la luz y por sus amables observaciones.

Los siguientes profesionales proporcionaron generosas revisión crítica y recomendaciones que enriquecieron este opúsculo: Marcelo Ernesto Zepeda Bautista, Andrés G. Miranda Moreno, David Cibrián Tovar, Saúl Benjamín Monreal Rangel, Miguel Ángel Rodríguez Trejo, Miguel Caballero Deloya, Amparo Borja de la Rosa, Francisco Javier Fregoso Padilla, Roberto Martínez Domínguez, Alfredo Nolasco Morales, Eduardo Cruz Castañeda, César Alberto Robles Gutiérrez, Tania Ojeda, Emma Estrada Martínez, Patricia Hernández de la Rosa, Enrique Serrano Gálvez, Armando Gómez Guerrero, Juan Ignacio Valdez Hernández, José Rico Cerda.

A la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), por permitir el uso de varias de las valiosas fotografías de su banco de imágenes. Los créditos debidos se proporcionan en los pies de figura donde se utilizaron tales fotos.

Por sus gentiles comentarios críticos sobre el escrito, a Leticia Camacho Reséndiz, Israel Rodríguez Trejo y Ericka Bustamante Rodríguez.

A Dante Arturo Rodríguez Camacho, por su siempre dispuesta ayuda para diseñar la portada y contraportada, así como en la edición de las fotos que ahí aparecen y otras.

Un agradecimiento especial a Carlos Enrique González Vicente, quien afablemente participó en la edición y revisión de este opúsculo, proporcionó valiosos comentarios personales, y es el autor o coautor de cinco subtítulos de los 33 que componen este librito. Su nombre aparece en dichos subtítulos.

Gracias a todos ellos por enriquecer este modesto esfuerzo editorial.

Dedicatoria

A la memoria de mi padre Maximino, quien con cariño guió mis primeros pasos, cuando niño, en los bosques y selvas de México.

A la memoria de mi madre Lolita; siempre fue toda amor para nosotros, su familia.

Al clan Rodríguez Camacho, por su alegría de vivir y su fortaleza.

Dante Arturo

~ Contenido ~

Introducción	1	El paisaje más representado en el arte nacional	41
Altura	1	Las raíces más profundas	44
Diámetro y volumen	5	Viveros forestales, reforestación y plantaciones forestales	44
Tan antiguo como nuestra era	8	Algunas cifras sobre producción maderable y no maderable	47
Gran altitud y temperaturas gélidas	15	Recursos forestales	47
Calor y sequía extremos	15	Los árboles más ampliamente distribuidos y los menos	49
Inundación perpetua	18	El guéribo	50
Mayores existencias e incremento en volumen	19	Algunas líneas sobre fauna silvestre	52
Incendios forestales	19	Una nota de género en la profesión forestal	65
Los árboles y arbustos más adaptados al fuego	23	Síntesis de algunos hitos sobre la actividad forestal y la conservación en México	66
Insectos plaga	27	México país de leyes forestales	75
Densidad de maderas	27	Afectación de selvas por huracanes	81
Maderas hermosas y costosas	29	Ejidos y comunidades forestales destacados	81
Leña combustible	30	Literatura Citada	84
Áreas naturales protegidas y biodiversidad	30	Índices alfabéticos de especies	94
Hojas	32		
Una corteza muy colorida	33		
Diversidad de árboles	35		
De semillas y frutos	36		
Una semilla de la época de Cristo y más...	40		

Introducción

Los extremos fascinan. El río más largo, la montaña de mayor altitud, el peso máximo de una especie faunística; esa información incita nuestra capacidad de asombro y nos permite aprender algo nuevo. Al parecer no existe un compendio sobre ¿cuáles son las especies leñosas de México con mayor altura y diámetro, las especies más longevas o la semilla más pequeña? y otras interrogantes. El presente librito intenta ser un primer paso para contar con ese testimonio. Algunos datos son muy específicos, se midió al individuo notable o se estudió su semilla y se obtuvo la ubicación concreta. Otros son más generales, se refieren a extremos observados para una especie e incluso, en unos pocos, se habla de una presencia potencial de cierta característica en alguna otra, pero siempre con bases y evidencia razonable. La intención de este manuscrito es irlo enriqueciendo en el futuro, con cifras más específicas para cada una de las variables consideradas donde la información es todavía ambigua, con otras más o incluyendo información fresca de nuevos descubrimientos que impulsen más aún los récords del mundo forestal y de la conservación aquí incluidos. Después de todo estas características superlativas, también son una manifestación de la rica biodiversidad y de la actividad forestal, tanto de México como del mundo.

Altura

En la contienda por los árboles más altos del país, la medalla de bronce, por tercer lugar, es para varias especies que alcanzan 60 m. Algunos pinos

azucarados (*Pinus lambertiana*) de la Sierra de San Pedro Mártir, B. C., rebasan esa cifra, en condiciones de crecimiento semejantes a las de las gigantescas secoyas norteamericanas (Gómez y Valdez, 2014). Se trata de la especie de pino más alta de Estados Unidos y posiblemente también de México. Otra conífera que logra alcanzar semejante dimensión, es el oyamel (*Abies religiosa*). En el Parque Desierto de los Leones, en el centro de México, junto a un arroyo, en suelos con poca pendiente y profundos, a poco menos de 3000 m s.n.m., cerca del convento, tuve oportunidad de medir en pie un titán de esta especie en 1986: 60 m. En las selvas húmedas de México, principalmente al sureste del país, varias especies pueden alcanzar esa cota: el liquidámbar (*Liquidambar styraciflua*) (Rzedowski y Equihua, 1987, Pennington y Sarukhán, 2005), especie de la que vi individuos con más de 2 m de diámetro normal (a 1.3 m del suelo), hacia 2018, en el bosque mesófilo de montaña del Cerro Tres Picos, Reserva de la Biosfera La Sepultura, Chis.; y el zopo (*Guatteria anomala*), de la selva alta perennifolia, con un diámetro normal de hasta 5 m (Pennington y Sarukhán, 2005). El árbol sagrado de los mayas, la ceiba, *Ceiba pentandra*, que según su cosmogonía sostenía al universo, también puede registrar 60 m (Miranda, 1952) y 3 m de diámetro (Bolívar, 2015). Esto último, casi lo pude constatar en el ejido Melchor Ocampo, Mpio. de Villaflores, Chis., en 2016, sobre suelos profundos aluviales, junto a lomeríos con selva baja y selva mediana, donde un árbol de más de 40 m exhibe un diámetro normal de unos 2.5 m.

La medalla de plata es para los pocos árboles que acotan 70 m de altura. Destaca la caoba (*Swietenia macrophylla*), cuyo diámetro normal puede llegar a 3.5 m (Miranda, 1952; Miranda y Hernández-Xolocotzi, 2013, Maximino Rodríguez Aguilar, com. pers., 1983, Pennington y Sarukhán, 2005), altamente apreciada por su madera preciosa, pero también de gran relevancia ecológica, pues recoloniza las selvas altas y medianas perennifolias y subperennifolias que habita, luego que huracanes e incluso incendios las afectan. Otro de los pocos árboles reportados para el piso de 70 m es el sombrerete (*Terminalia amazonia*) (Miranda, 1952; Rzedowski y Equihua, 1987), con su alta copa, distribuida en capas horizontales.

La medalla de oro, como campeón indiscutido, la gana el palo de baqueta o mezcal, un olmo (*Ulmus mexicana*). Miranda (1952), señala que en la finca Prusia, Chiapas, a mediados del siglo pasado fue cortado y medido ya apeado, un palo de baqueta de 87 m de altura. En esa finca, dicho investigador constató la presencia de otro árbol de la misma especie con 70 m, y 6 m de diámetro cerca de la base, a 1400 m s.n.m., sobre suelo profundo (Figura 1A).

En el Parque Nacional *Redwood*, Estados Unidos, se midió el árbol más alto del planeta, descubierto en 2006, una secoya del Pacífico, *Sequoia sempervirens*, de 115.85 m de altura, bautizada como Hyperion (Figura 2A). Otros árboles de la misma especie, Helio, Ícaro y Dédalo, medían en el año 2006, 114.09, 113.14 y 110.76 m, en ese orden (Monumental Trees, 2020). Hacia 2008 se descubrió

un eucalipto (fresno de montaña australiano), denominado Centurion, *Eucalyptus regnans*, con 100.5 m, en Australia, lo que lo hace la latifoliada más alta, si bien se dice que algunos individuos cortados el siglo antepasado medían la friolera de 114.3 m, incluso existe debate sobre otro de 132.6 m y hay reportes de varios con 140 m, pero fueron cortados y nunca se pudo comprobar sus dimensiones. Historia similar a la de las secoyas californianas.

Los grandes artistas son atraídos por las magníficas obras de la naturaleza. José María Velasco, el gran paisajista mexicano, pintó hacia 1887 un gigantesco cacto con unos 20 m de altura, el cardón del pueblo Tecmovaca, Oax., al parecer un *Pachycereus weberi* (Figura 1B). Velasco también fue un extraordinario ilustrador científico y consideraba que más que pintar, “retrataba”, lo que da más fuerza al cuidado de las proporciones que en sus obras guardó este genio del arte. El cardón, *P. pringlei*, en Baja California y Sonora, puede frisar 20 m. Sus frutos y semillas son comestibles, se estima que algunos individuos llegan a edades superiores a 200 años y a pesar hasta 25 ton. Los saguaros gigantes (*Carnegiea gigantea*) del desierto de Sonora (y SO de Estados Unidos), tienen la reputación de ser de los cactos más altos, con 18 m y 0.65 m de diámetro. Sus frutos son apreciados por los habitantes del desierto, como los seris. Pueden alcanzar 300 años de edad. Entre los cactos robustos bajos no ramificados, los más altos crecen hasta 3 m y acumulan un diámetro considerable, como en los

A



B



Figura 1. A) Palo de baqueta o mezcal (*Ulmus mexicana*) de 70 m de altura y 5 m de diámetro normal, finca Prusia, Chis. (Miranda, 1952). **B)** Cardón (*Cercus candelabrus*) (Sic.) (hoy *Pachycereus weberi*) de Tecmovaca, Oax., 1887. José María Velasco. Museo Nacional de Arte. Foto: Dante A. Rodríguez Trejo, 2016.



Figura 2. Los árboles: **A)** Hyperion, el más alto del mundo, con casi 116 m (fotocomposición por James Balog) (Krulwich Wonders, 2020); **B)** general Sherman, el más voluminoso del orbe (84 m de altura, 8.2 m de diámetro normal medio, 11.1 m de diámetro máximo a la base, volumen del tronco de 1487 m³ y biomasa en húmedo de 1910 ton) (The Congress Trail, 2020); y **C)** el árbol de Santa María del Tule, Oax., el de mayor diámetro del planeta (diámetro máximo de 14.4 m) y 41 m de altura (Foto Dante A. Rodríguez Trejo, 2018). Los tres árboles están aproximadamente a la misma escala.

casos de *Echinocactus platyacanthus*, en San Juan Raya, Tehuacán, Pue. (Figura 7A), y el de la biznaga colorada (*Ferocactus pringlei*) de las zonas áridas del norte de México (Rzedowski y Equihua, 1987). Con *E. platyacanthus* se hace acitrón, el dulce que se utiliza en la rosca de reyes y como parte del relleno de los chiles en nogada. Sin embargo, ya se prohíbe su utilización, pues la especie está en riesgo.

Diámetro y volumen

Al popular árbol de Santa María del Tule, Oax., le corresponden estos honores. Su diámetro máximo, 14.4 m, lo corona como el árbol con mayor diámetro en el orbe. La altura que tiene no es desdeñable (41 m). Su volumen se ha estimado en 816.8 m³. Esta especie, *Taxodium mucronatum* (en la actualidad su nombre científico es *T. huegelii*, pero dejé la sinonimia, clásica), el ahuehuate (“viejo del agua”, en náhuatl) o sabino, debido a su majestuosa estampa y gran longevidad, fue elegida por votación popular, conducida por la Escuela Nacional Forestal, como el árbol nacional de México, en 1921 (y árbol olímpico en 1968). Diversas fuentes le aducen una edad de 2000 años o más, lo que lo convierte también en el árbol más viejo del país. Ni la californiana sequoia general Sherman (*Sequoiadendron giganteum*) (Figura 2B), con 8.23 m de diámetro (y la friolera de 3200 años de edad) ni los baobab (*Adansonia digitaria*) africanos que nos ofrecen hasta 11 m de diámetro, igualan en esta variable al árbol de Santa María del Tule (portada y Figuras 2C, 3 y 4).

Multitud de ahuehuetes han logrado grandes dimensiones. Algunos de los de Chapultepec, ya muy escasos en la actualidad, rebasaron 5 m de diámetro en la segunda mitad del siglo pasado. El geógrafo Antonio García Cubas (1885), los plasmó en su “Atlas Pintoresco e Histórico de los Estados Unidos Mexicanos”, obra en la que muestra gráficamente información sintética sobre la agricultura, la minería, la naturaleza y las etnias del México del porfiriato. En su ilustración de Chapultepec, una pareja de damas pasea entre dos hileras de ahuehuetes con dimensiones excepcionales. Asumiendo un pulcro respeto del artista por las proporciones, algunos de estos árboles rebasaron 5 m de diámetro normal (Figura 4). Pocos ahuehuetes rozan 50 m de altura.

El género *Ficus*, el de los árboles higueras, es uno de los que tienen mayor número de especies en el planeta (Beech *et al.*, 2017). Muchas son conocidas como matapalos en el trópico mexicano. Su semilla puede quedar en el resquicio de la corteza de la parte alta de algún árbol, luego de ser excretada por un ave u otro animal que comió los higos de los árboles de este género. La semilla germina y, con los años, la planta va extendiendo su raíz hasta alcanzar el suelo, al tiempo que envuelve a su árbol huésped hasta que finalmente lo mata y la higuera queda hueca. También es posible ver árboles *Ficus* que no parasitan a otros. Carl Nebel fue un gran artista alemán del siglo XIX. Recorrió diversas áreas de México y las dibujó y narró. Dicha obra la publicó en su libro “Viaje Pintoresco y Arqueológico sobre



Figura 3. Vista bajo la copa del ahuehuetle de Santa María del Tule, Oax. Foto: Dante A. Rodríguez Camacho, 2018.



Figura 4. Bosque de Chapultepec. Antonio García Cubas (1885). Museo Nacional de Arte, CDMX, 2019.

la parte más interesante de la República Mexicana”, publicada hacia 1840 simultáneamente en París y México. Entre sus ilustraciones destaca un paisaje tropical intitulado “Monte virgen”, ahí sobresalen dos inmensos árboles, uno en particular, el de la izquierda (Figura 5), del cual escribió:

“El árbol que se ve a gran distancia a la izquierda del cuadro es una higuera silvestre.

Una choza india, situada a su pié, dá á conocer el inmenso tamaño de este árbol. Se ven las ramas que descienden del árbol para formar raíz al lado del tronco principal; reuniéndose todas estas nuevas ramas sucesivamente al primer tronco; producen con el tiempo un volumen extraordinario capaz de servir de fundación á una catedral; es menester verlo para poderse formar una idea de este monstruo de la naturaleza.”



Figura 5. “Monte virgen”, por Carl Nebel (1840). El artista reprodujo un paraje, posiblemente en la región de Papantla. Al fondo a la izquierda, una imponente higuera que pudo tener 12 m de diámetro.

Aunque no proporciona localización precisa del paraje, poco antes escribe de Papantla, Ver., por lo que es posible que corresponda a tal región. El árbol en comento, asumiendo que el artista cuidó de guardar la proporción adecuada en todos los elementos de su obra, debió tener un diámetro del orden de unos 13 o 14 m (si se considera una altura media de 4.5 m para las chozas), sin los contrafuertes. Independientemente de las imprecisiones naturales al dibujarlo (a reserva de la gran calidad artística de la obra), sin duda se trataba de un coloso. Al parecer no hay noticia, en los anales de la botánica, de higueras de tal magnitud en la actualidad. Pudiera ser incluso que dicho *Ficus* tuviese un diámetro mayor al del árbol de Santa María del Tule, pero esto ya no se puede comprobar, pues lo más posible es que ya no existe dicha higuera, ni otras de semejante magnitud, a causa de la alteración antropógena en las selvas.

Otras especies con diámetros notables, que también las mencioné por su altura, son el zopo (*Guatteria anomala*) (hasta 5 m de diámetro normal), la caoba (*Swietenia macrophylla*) (hasta 3.5 m), y otros que pueden alcanzar 3 m de diámetro normal, como el Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), la ceiba (*Ceiba pentandra*) y el sombrerete (*Terminalia amazonia*) (Pennington y Sarukhán, 2005) (Figura 6).

El cardón de Tecomovaca, Oax., pintado por Velasco, parece que fue el cardo con el mayor diámetro, unos 2 m (Figura 1B), el cual al parecer ya no existe. En San Juan Raya, Tehuacán, Pue., es notable la especie arborescente pata de elefante (*Beaucarnea gracilis*), que

con 10 m de altura, en la hinchada base de su tronco donde almacena agua, puede medir 4 m de diámetro (Figura 7B).

Tan antiguo como nuestra era

Sin lugar a dudas la especie arbórea más longeva no clonal del país, por mucho, es el ahuehuate o sabino, *Taxodium mucronatum*. Es la única de la cual se tienen registros, procedentes de investigaciones formales, de que superan mil años. Ya se mencionó que el árbol más viejo de México es también el de Santa María del Tule, con una edad estimada en más de dos milenios (Martínez, 1999). Cuando la semilla del que sería este titán germinó, Monte Albán completaba el primer tercio del milenio y medio que existió como urbe y Teotihuacan comenzaba a concentrar una importante población.

Villanueva *et al.* (2010) indican que, en el norte y centro de México, hay varios sabinos con milenio y medio de edad. Estos autores dan cuenta de ahuehuetes en Peroles, Río Verde, S.L.P., con entre 1150 y 1650 años (Figura 8A). En bosques de galería de la barranca de Amealco, Qro., así como en las márgenes de los ríos Nazas y San Pedro Mezquital, hay árboles de esta especie que superan el milenio (Villanueva *et al.*, 2000). Se estima que en el bosque de Chapultepec, Ciudad de México, hay ahuehuetes de 800 años (Villanueva *et al.*, 2003) y uno de ellos, particularmente famoso, “El Sargento”, alcanzó 700 años de edad, 51 m de altura, 40 m de circunferencia y, se dice, fue plantado por Netzahualcóyotl (Martínez, 1999).

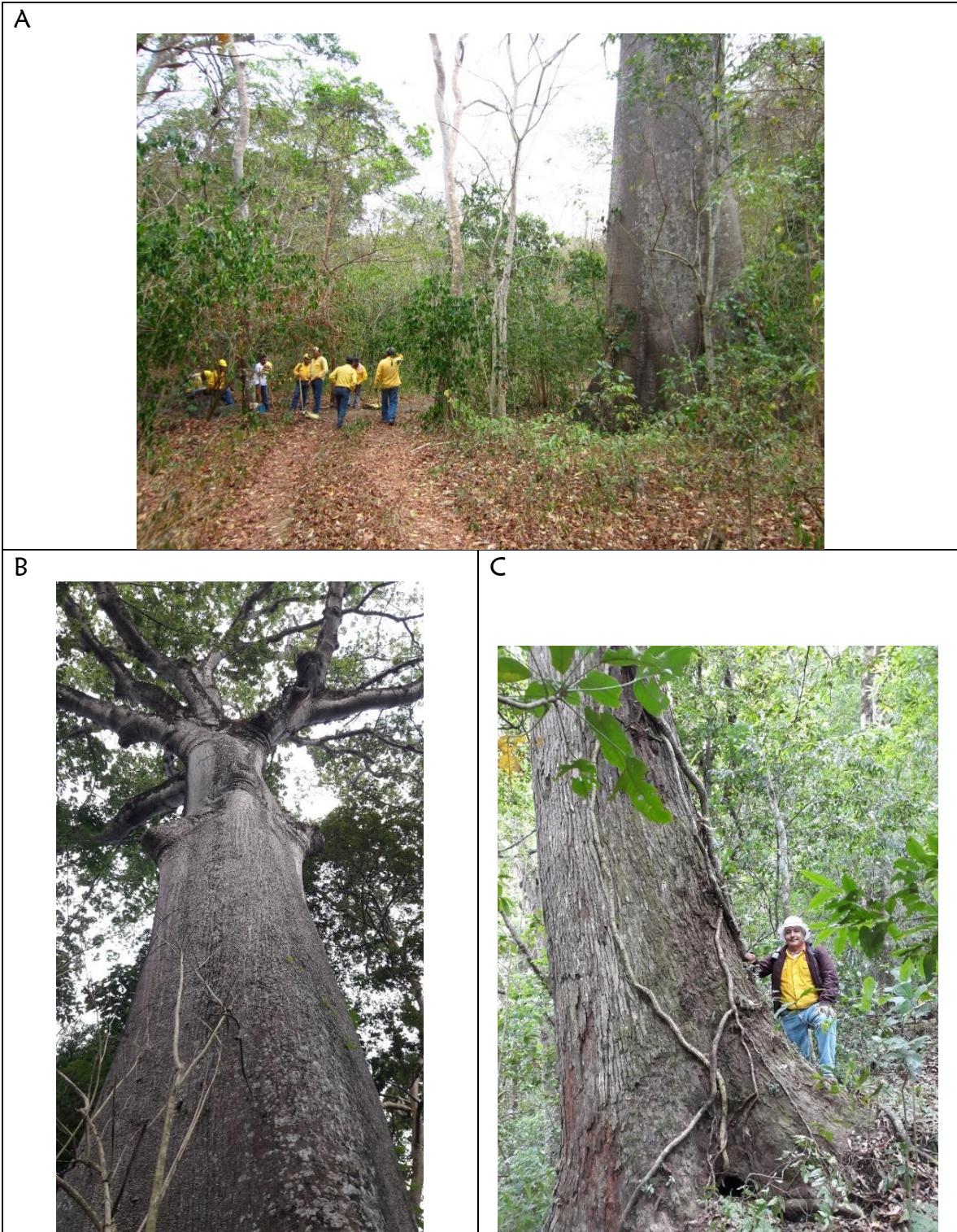


Figura 6. A) y B) Gigantesca ceiba con un diámetro normal del orden de 3 m, en el ejido Melchor Ocampo, Mpio. Villaflores, Chis. **C)** Gran liquidámbar con aproximadamente 2 m de diámetro normal en el Cerro Tres Picos, Reserva de la Biosfera La Sepultura, Chis. Fotos: A) y B), por Dante A. Rodríguez Trejo, 2016; C) por Pedro J. Martínez Lara, 2018.

De igual manera, Villanueva *et al.* (2010) refieren un pino (*Pinus jeffreyi*) de más de 600 años en la Sierra de San Pedro Mártir, B. C. además de un pino de las alturas (*Pinus hartwegii*) en esta última categoría de edad, en el Cerro de Potosí, N. L., así como un ayarín (*Pseudotsuga menziesii* var. *glauca*) de 600 años en los límites de Chihuahua y Durango.

Otro notable, “el árbol de la noche triste”, donde se dice que el conquistador Hernán Cortés lloró su derrota por los aztecas, en Popotla, luego de huir por la calzada de Tacuba, murió cuando tenía entre 550 y 600 años de edad. Finalmente, se comprobó que, en Atenco, Edo. de Méx., en la época de Netzahualcóyotl fueron plantados unos 2000 ahuehuetes, cuyos últimos sobrevivientes murieron en décadas recientes, es decir, su longevidad superó 500 años (Martínez, 1999). No es raro hallar en bosques de galería de varias partes del país, sabinos con más de 500 años (Villanueva *et al.*, 2010).

Hay múltiples ejemplos de ahuehuetes destacados por todo el país y en este trabajo no se busca señalarlos todos. Entre ellos están el rodal de grandes árboles de esta especie sobre la autopista Peñón-Texcoco, saliendo de Texcoco hacia la Ciudad de México. De acuerdo con Vargas (1996), estos ejemplares del ejido San Felipe de Boyeros, Texcoco, Edo. de Méx., alcanzan 45 m de altura y 2.5 m de diámetro, así como una edad estimada en 400 años. Por otra parte, posiblemente de la época prehispánica, son los sabinos que están sobre las calles Nicolás Romero y Av. Palmas, en la Ciudad de Texcoco, Edo. de Méx. Si bien la mayoría de estos ya se perdieron,

queda el más grande y vigoroso en la intersección donde la Av. Palmas se convierte en la calle Jiménez Cantú. Tal árbol es cuidado por el municipio y por la Universidad Autónoma Chapingo.

Por su gran relieve histórico-social, el sabino de San Juan, en la plazuela del barrio de San Juan, Xochimilco, Cd. de Méx., fue designado Patrimonio de la Humanidad en 1987. Con 3.71 m de diámetro, 25 m de altura y 25 m de copa, se dice que fue plantado por Cuauhtémoc hacia 1521, como agradecimiento a los xochimilcas por defender Tenochtitlan (Martínez, 1999, com. pers. Carlos Enrique González Vicente, 2020).

Frente al edificio principal, el Marte R. Gómez, de la Universidad Autónoma Chapingo, se yergue el “árbol de los acuerdos” (Figura 39B), imponente fresno, *Fraxinus uhdei*, de 2.9 m de diámetro (Vargas, 1996). A su sombra, Manuel González, quien fuera presidente de México y dueño de la hacienda Chapingo, tomaba acuerdos. También Marte R. Gómez, quien fue director de la Escuela Nacional de Agricultura (hoy Universidad Autónoma Chapingo) y Ministro de Agricultura, tenía esa costumbre. Hábito heredado a la comunidad estudiantil. Claude Duverger (2019), narra que Hernán Cortés plantó olivos (*Olea europaea*) en el atrio de la iglesia de Huexotla, Edo. de Méx. Uno sobrevive y se acerca a medio milenio de edad.

El pino de las rocosas, *Pinus longaeva*, en el oeste de Estados Unidos, es la especie no clonal más longeva del planeta. A un ejemplar, Prometeo, en Nevada, se le

registraron 4862 años, pero se cree que rondaba los 5000, pues el conteo de anillos anuales de crecimiento solo se pudo hacer a 2.5 m de altura. Este árbol ya no existe, solo queda su tocón, y otro

individuo vivo que tiene más de 4850 años. La historia con esta especie no termina aquí. Otro individuo, no nombrado, fue muestreado por Edmund Schulman en los años 1950, pero el

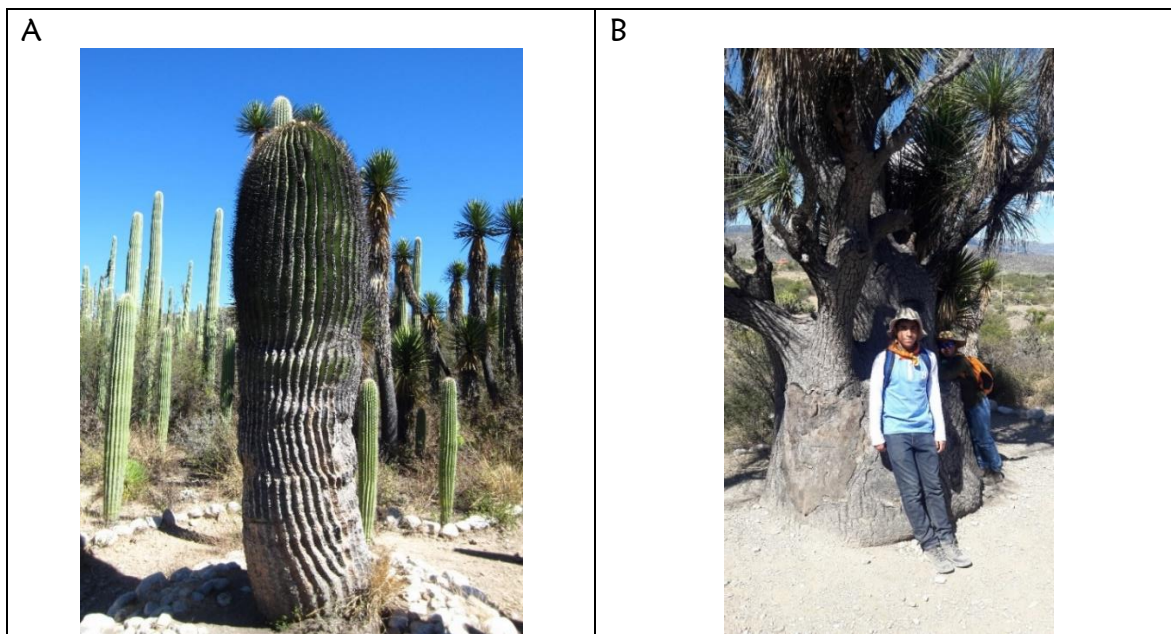


Figura 7. A) *Equinocactus platyacanthus* con 3 m de altura y un diámetro a la base de, aproximadamente, 0.7 m. **B)** *Beaucarnea gracilis*, cuyo diámetro en la base iguala 2 m. Fotos: A) y B) Dante A. Rodríguez Trejo. Ambas en San Juan Raya, Tehuacán, Pue., 2016.

investigador falleció antes de datar éstas y otras muestras. Tom Harlan comenzó a trabajar las muestras antes de la muerte de Schulman, pero hasta 2010 lo reportó como vivo y con 5062 años; en 2020 acumuló 5072 años. Es el único árbol no clonal, conocido hasta hoy, con más de cinco mil años (Figura 8B).

En el Parque Nacional *Fish Lake*, Utah, hay un bosque de álamos (*Populus tremuloides*), con 47 000 árboles (en realidad viejos rebrotes) cubriendo 43 ha; se descubrió que se trata de un solo organismo clonal, al que se le llamó Pando y se considera también como el organismo de mayor biomasa, con 6615 ton. Es decir, los troncos de álamo de ese bosque son clones que comparten un

mismo sistema de raíces. Pero este singular ser clonal no solo supera ampliamente la masa de la secoya más grande, también se estima que puede tener una edad de 80 000 años. Se piensa que incendios frecuentes mantuvieron una dinámica de rebrotación en este organismo, limitando la invasión de otras especies arbóreas (Figura 8D). Algunos investigadores refieren que puede haber colonias clonales con esta especie que cubren 80 ha y que, aunque esto no ha sido demostrado, podrían alcanzar una edad mucho mayor. Este álamo temblón existe en México, si bien su distribución es pequeña. Pero valdría la pena explorar buscando algunas colonias clonales de avanzada edad.

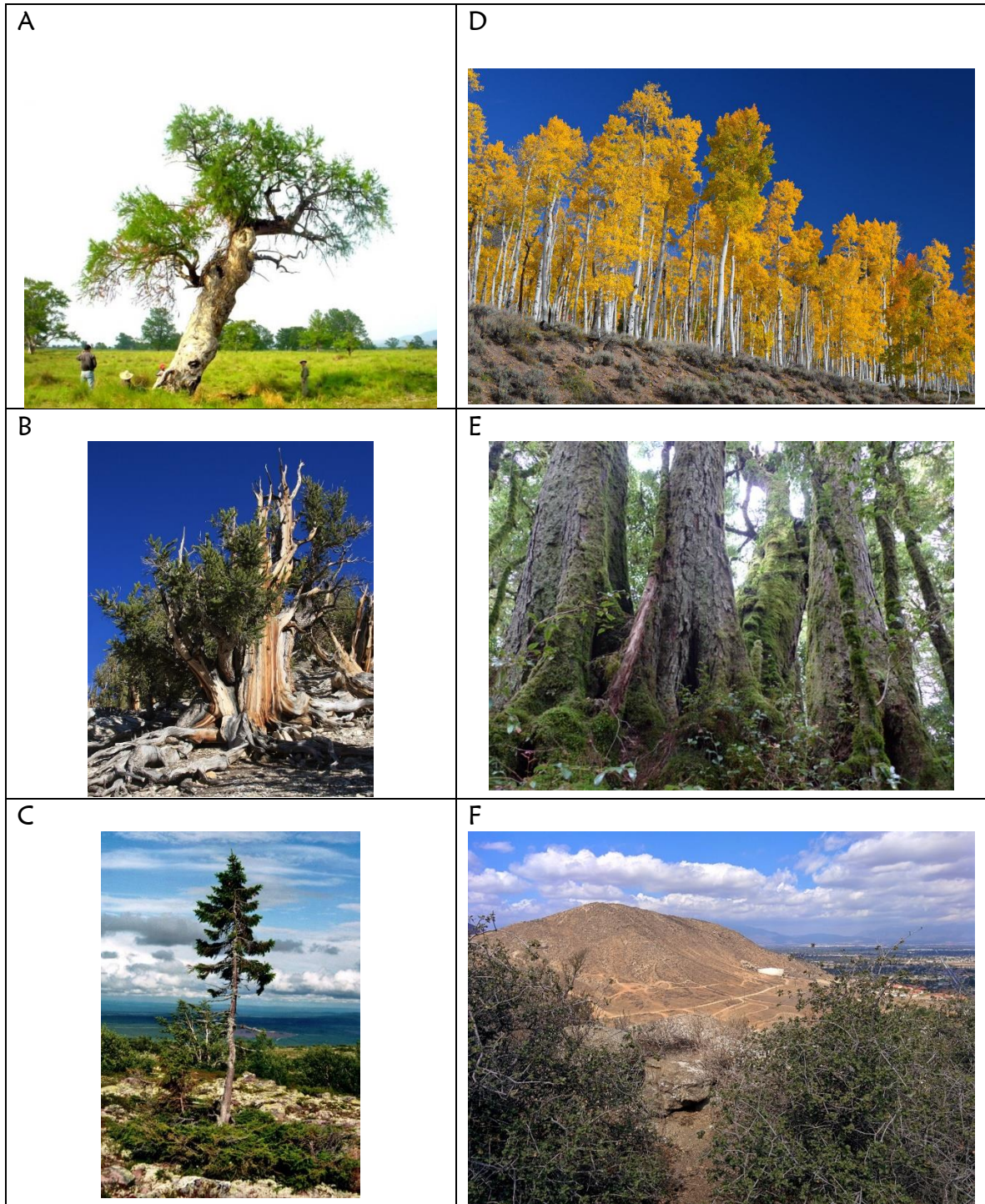


Figura 8. **A)** *Taxodium mucronatum* en Los Peroles, Río Verde, S.L.P., de 1650 años (Villanueva *et al.*, 2010). **B)** *Pinus longaeva*, sin nombrar, 5072 años, **C)** *Tjikko*, en Suecia, 9500 años, **D)** el individuo-bosque, en Utah, Pando, 80 000 años. **E)** *Notofagus* antártico, Australia, 12 000 años, **F)** Encino Jurupa, California, 13 000 años. B) a F) de Oldest Organization (2020).

El encino Jurupa (un encino de Palmer, *Quercus palmeri*), de las montañas Jurupa, California, es otro clon que se estima cuenta con 13 000 años (Figura 8F) (Oldest Organization, 2020). Esta especie de arbusto también crece en México, por lo que no es remoto suponer que existen grupos clonales milenarios. Por otra parte, muchos encinos nacionales son arbustivos. Rodríguez y Myers (2010) anotan seis encinos arbustivos y 19 que pueden tener porte arbustivo o arbóreo, Totalizan 25 especies, todas ellas con poderosa propagación vegetativa, es decir, clonales, por lo que también tienen potencial para formar grupos de mucha edad. Como otras especies clonales muy longevas a lo ancho del planeta, producen pocas semillas y más bien se reproducen vegetativamente. Solo están esperando ser localizadas y que a través de una prueba de carbono 14 reciban datación. Entre ellas están *Quercus frutex*, *Q. microphylla*, *Q. potosina* o *Q. undulata*, por señalar algunas especies (Figuras 9A y 9B).

Un arbusto desértico es de las especies leñosas con longevidad extraordinaria, la gobernadora (*Larrea tridentata*). Ésta se origina por una semilla, pero cuando el arbusto alcanza entre 30 y 90 años, la copa se rompe y entonces comienza una división vegetativa, clonal, hacia la periferia, con el centro despoblado y solo con raíces muertas. Los clones crecen radialmente, por segmentación de los tallos, en forma circular. Los clones más viejos tienen forma elipsoidal y pueden alcanzar una longitud de hasta 20 m. Actualmente las tasas de incremento, a

partir de los incrementos anuales del tallo leñoso, son del orden de 0.73 mm/año, semejantes a las de muestras de madera datadas por el método de radiocarbono (0.66 mm/año). Si se asume una tasa de incremento relativamente uniforme a través del tiempo, el clon más viejo conocido (con un radio promedio de 7.8 m), podría tener una edad de 11 700 años, lo que hace a este organismo en particular, llamado *king clone* (clon rey), uno de los más viejos de la Tierra. Este descubrimiento lo hicieron, en el Desierto de Mojave, el Profesor Frank Vasek (1980) y dos de sus estudiantes, de la Universidad de California en Riverside.

Por lo anterior, no es descabellado pensar que en nuestro país también hay clones milenarios de gobernadora; la extensión que cubre la especie en Estados Unidos y México es semejante. El clon rey de gobernadora en Estados Unidos, inició su existencia cuando todavía había mamuts en América del Norte.

La campeona de Europa, una picea noruega (*Picea abies*) en la montaña Fulufjället, Suecia, llamada el viejo *Tjikko*, que bajo condiciones frías ha acumulado 9550 años, si bien el único brote de este árbol, uno pequeño, no rebasa medio siglo (Figura 8C). Más aún, en Australia se descubrió un notofagus antártico (*Nothofagus moorei*), también clonal, con 12 000 años a cuestas (Oldest Organization, 2020) (Figura 8E).

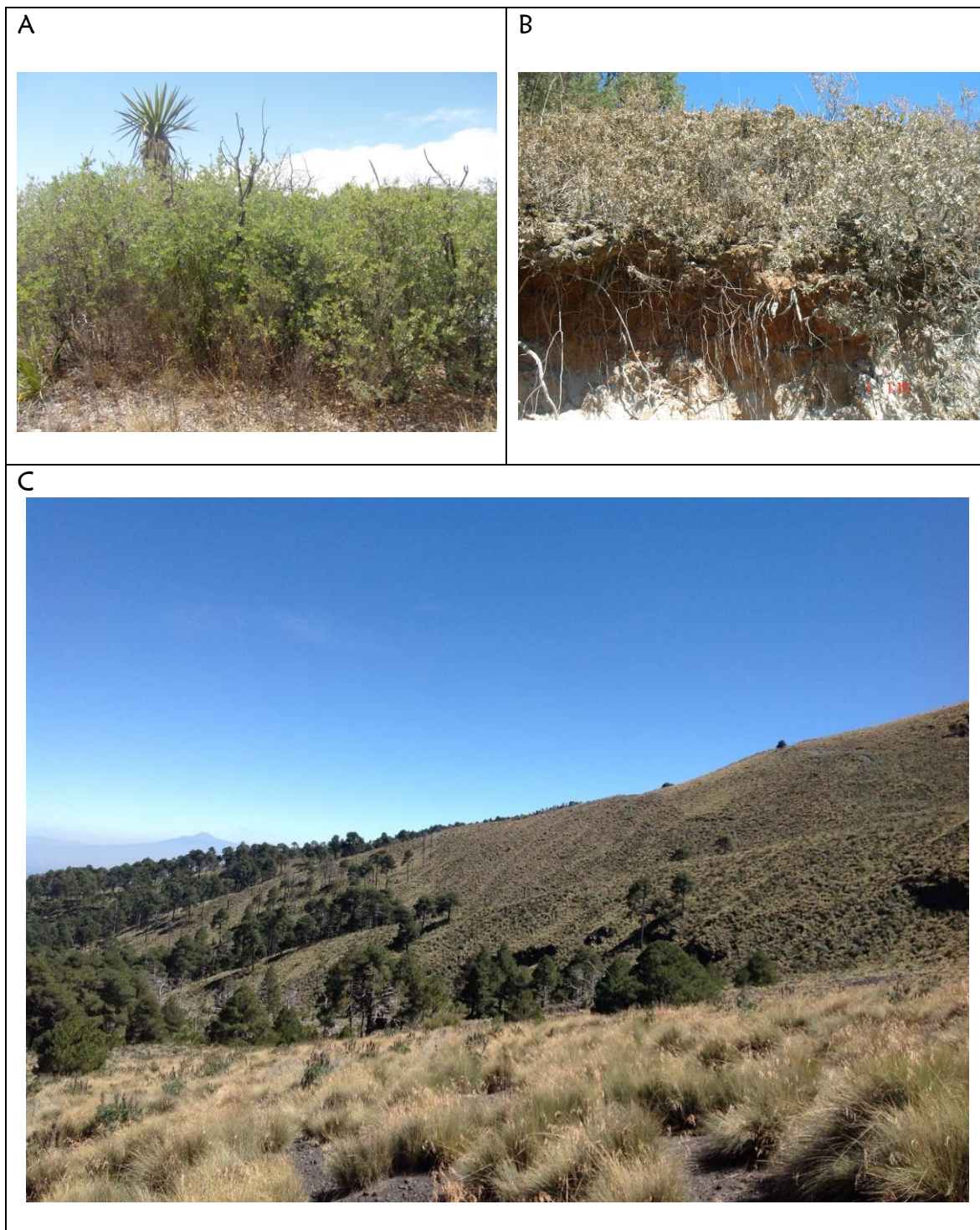


Figura 9. A) *Quercus undulata* rebrotado luego de 3-4 años de un incendio, en Coahuila, 2011. B) *Quercus frutex* junto a un corte de brecha que muestra su intrincada red de rizomas y raíces, límites de Edo. de México con Tlaxcala, 2010. C) Segmento del límite arbóreo con *Pinus hartwegii*, a casi 4000 m s.n.m. Volcán Popocatepetl, 2015. Fotos: Dante A. Rodríguez T.

Gran altitud y temperaturas gélidas

Las mayores y más majestuosas prominencias volcánicas del país emergen del Eje Neovolcánico: el Citlaltépetl o Pico de Orizaba (5610 m s.n.m.), el Popocatepetl (5465 m s.n.m.) y el Iztaccíhuatl (5230 m s.n.m.) (Neira, 2012) (foto en contraportada). Las tres, junto con diversas montañas altas del país, albergan al pino de las alturas, *Pinus hartwegii*. Este pino, del que algunos individuos pueden llegar a seis siglos de edad, también es superlativo por la altitud a la cual puede crecer y por las bajas temperaturas a que en dichos ambientes sobrevive. El pino de las alturas ha sido observado hasta 4300 m s.n.m. en el volcán Iztaccíhuatl. Rzedowski (1978), señala que ahí con frecuencia la temperatura alcanza 0 °C o menos, la temperatura media anual se sitúa entre 3 a 5 °C y se registran temperaturas extremas mínimas de -10 °C o menos.

A tal altitud, el agua está congelada con frecuencia y, por ende, no disponible para el crecimiento de las plantas. Como consecuencia este pino crece achaparrado, y con las acículas (hojas) más cortas, en esas condiciones singulares, donde también soplan fuertes vientos deshidratantes que deforman los árboles y contribuyen todavía más a su achaparramiento al robarles humedad del suelo. También pasmoso es el pequeño árbol latifoliado boliviano, la queñoa (*Polylepis tarapacana*), que de forma aislada ha sido detectado a 5200 m de altitud. Pero no hay que subestimar al pino de las alturas, pues parece ser el pino o la conífera que llega a mayor altitud, incluso que los pinos del

Himalaya (Figuras 9C y 14C). Otra especie arbórea, baja o rastrera, que se llega a observar intercalada con el pino de las alturas, es el enebro (*Juniperus monticola* f. *compacta*).

Calor y sequía extremos

La zona más seca del país, está al noroeste de Sonora, al norte del Mar de Cortés y el este de Baja California. En esa región, la precipitación media anual es de solo 100 mm. Pueden pasar años sin que llueva. La cobertura de la vegetación arbustiva que habita ahí, no rebasa 3% de la superficie. Muy pocos arbustos sobreviven a semejantes condiciones. La gobernadora (*Larrea tridentata*) y dos especies de ambrosia (*Ambrosia dumosa* o *A. deltoidea*), son prácticamente las únicas capaces de sobrevivir en ese extremo ambiente (Rzedowski, 1978). La primera especie, recibe su nombre porque gana la competencia por la escasa agua a las pocas especies que compiten por el líquido vital con ella. En zonas donde hay un poco más de humedad, la gobernadora tiende a distribuirse uniformemente para hacer un uso más eficiente de la todavía escasa humedad. Al parecer su raíz es tan eficiente para absorber el agua, que no queda ni siquiera para la germinación de semillas a su alrededor, que así se mantiene libre de competencia. En Estados Unidos se ha observado que la temperatura del sustrato puede alcanzar 70 °C. Estas temperaturas las pueden tolerar los adultos, mas no las plántulas juveniles.

El nivel de falta de agua, el estrés hídrico, se mide con un aparato que registra la presión (aplicada con gas Nitrógeno) a la cual es necesario someter a una rama para comenzar a extraerle el agua que contiene. Conforme la rama tiene menos humedad, se requiere más presión para extraerla y esta presión se mide en Mega Pascales (abreviatura: MPa). Cuando no hay falta de agua, la lectura que se registra es muy cercana a 0 MPa. Si hay falta del líquido, la lectura se aproximará a -1 MPa (la cantidad se expresa con signo negativo porque se busca extraer el agua en el tejido que trata de retenerla). Una tensión hídrica fuerte para arbolitos en un vivero es de -2 MPa. Tal deficiencia puede matar a muchos de ellos, si no es que a todos.

Pues bien, la gobernadora puede tolerar sin problema -5 MPa y se han obtenido registros de hasta -12 MPa para la especie. Ésta previene su deshidratación gracias a una sustancia cerosa que recubre sus hojas, las cuales también han evolucionado para tener un tamaño pequeño –al igual que en otras especies del desierto- a efecto de prevenir sobrecalentamiento. A esto último también contribuye el pequeño tamaño del arbusto (1 a 3 m, con menor dimensión en ambientes más secos) (Anónimo, 2020).

Otra adaptación a la extrema sequía en esta especie, consiste en su raíz: la principal no es profunda (puede llegar a 80 cm), pero sus raíces laterales se extienden hasta 3 m. En los suelos arenosos de las zonas áridas, donde el agua se infiltra con rapidez, plantas como ésta se han adaptado extendiendo

su sistema radical, para captar el agua antes de que se percole (Fonteyn y Mahall, 1981) (Figura 10).

Pero hay otros campeones cuando de sequía se trata, los agaves y los cactus. En primer lugar tienen un tipo de fotosíntesis denominado CAM (*crasullean acid metabolism*, que significa metabolismo del ácido crasuláceo, un subproducto de este tipo de fotosíntesis), la cual tiene entre algunas de sus características el que una parte se desarrolla durante la noche y que utiliza agua previamente almacenada en las hojas o tallos. Las especies arbóreas, con otros tipos de fotosíntesis (denominados C3 –el principal- y C4 –raro en árboles-, por el número de átomos de carbono en los subproductos), solo toleran una pérdida de agua de hasta 30%; las plantas CAM, como cactus y agaves, soportan una pérdida del líquido vital de hasta 90%. Este tipo de plantas, aparte de tolerar sequía extrema, puede almacenar una gran cantidad de agua (ejemplo, el gran volumen de muchos magueyes, cactus columnares y nopales, evidencia) y pueden desplazarla hacia sus tejidos fotosintéticos. El cierre de sus estomas (opérculos en sus hojas y tallos, por donde las plantas realizan el intercambio gaseoso) y el que cuentan con una gruesa cutícula (5 a 40 veces más gruesa que en plantas de otros ambientes), y una capa cerosa, son otros mecanismos que les permiten reducir la deshidratación. La cutícula es tan gruesa, que es la que se emplea para envolver los platillos denominados mixiotes, procedentes de *Agave atrovirens* y *A. salmiana*. Las densas espinas, en la parte superior de diversos cactus,

también contribuyen a reducir la temperatura bajo ellas y es ahí en esa zona pilosa, denominada cefáleo, donde podemos ver el desarrollo de flores. Los cactus y agaves son voluminosos, lo cual reduce su relación superficie/volumen y esto implica menor superficie tanto para recibir calor, como para perder

humedad. Se ha observado que un nopal, *Opuntia basilaris* del sur de Estados Unidos y norte de México, arrancado del suelo, sobrevivió por tres años. Varias biznagas del género *Ferocactus*, toleran sequías de más de un año de duración (Bravo Hollis y Scheinvar, 2002; Nobel, 1998, 2009).



Figura 10. Matorral de gobernadora, *Larrea tridentata*, en Coahuila, 2005. Foto: Dante A. Rodríguez T.

En experimentos realizados por Nobel (2009), si se somete progresivamente a temperaturas cada vez más altas a *Agave deserti* (del SO de Estados Unidos y de Baja California) y a *Opuntia ficus-indica* (originaria en México), pueden tolerar hasta 67 °C, pues llevan a cabo ajustes celulares. Ajustes que no es posible

realizar si las plantas son sometidas bruscamente a dicha temperatura y, por ende, no sobreviven. Bajo aclimatación progresiva, el cacto enano, *Ariocarpus fissuratus*, del sur de Estados Unidos y norte de México, y unos 3 cm de diámetro, puede sobrevivir por una hora a 71 °C (Nobel, 2009).

Inundación perpetua

Algunos árboles pueden vivir en ambientes permanentemente anegados. Entre ellos están unas pocas especies de mangles, que forman un gradiente desde las zonas constantemente húmedas hacia otras periódicamente bajo el agua. El mangle rojo (*Rhizophora mangle*) puede estar siempre en contacto con el agua (Figura 11). Crece en las desembocaduras de los ríos, donde se forman lagunas de agua salobre. Una de las semillas de su fruto comienza a germinar antes de ser liberada (a tal fenómeno se le llama viviparidad), por lo que una larga y firme radícula permite que la semilla ancle en el suelo fangoso o ligeramente inundado y continúe el desarrollo de la plántula. Los mangles

llegan a tener alturas de 25 m, pero su característica distintiva es su gran sistema de raíces zancudas, con lenticelas que permiten la respiración, además de numerosos neumatóforos, raíces especializadas que crecen fuera de la superficie del agua –a manera de prominencias o “rodillas” leñosas- y que permiten la respiración de los tejidos. Los manglares son muy relevantes ambientalmente, pues conforman ecosistemas donde la fauna acuática prospera y, por ende, las comunidades los aprecian como “granjas” para la producción de camarón. Estas comunidades también sirven de protección ante los vientos huracanados.



Figura 11. Manglar de mangle rojo (*Rhizophora mangle*). Reserva de la Biosfera La Encrucijada, Chiapas, 2005. Foto: Dante A. Rodríguez Trejo.

Mayores existencias e incremento en volumen

Aunque debe haber parajes con superiores existencias de madera, unas de las mayores conocidas son las siguientes. Para bosque templado-frío, en Bosencheve, Edo. de Méx., hasta 600 m³/ha. En selvas altas y medianas de Chiapas y de Quintana Roo, 750 m³/ha, y en zonas semiáridas (matorrales con mezquite) de China, Nuevo León, 100 m³/ha (Com. pers. Marcelo Ernesto Zepeda Bautista, 2020). El incremento es el aumento en una dimensión a través del tiempo. Algunas dimensiones requieren que se involucre también la superficie. Es el caso del incremento en volumen, de amplio uso en la actividad forestal. Hay masas de pino rojo (*Pinus patula*) en Huayacocotla, Ver., que pueden incrementar más de 20 m³/ha/año. Plantaciones de palo balsa (*Ochroma pyramidale*), un árbol nativo con madera muy ligera (puede ser tan baja como 0.1 kg/dm³), en el SE de Quintana Roo, llegan a rendir más de 25 m³/ha/año. (Com. pers. Ernesto Marcelo Zepeda Bautista, 2020).

Respecto a plantaciones forestales comerciales, se utilizan especies introducidas mejoradas genéticamente, verdaderas campeonas en crecimiento. El mejor registro de incremento, en altura y volumen, es para el híbrido entre dos especies de eucalipto (procedentes de Indonesia y Australia, respectivamente): *Eucalyptus urophylla* X *E. pellita*, de la empresa Proteak (Productora de Tableros MDF), en Huimanguillo, Tab. Ahí, los clones son cosechados (con fines de obtención de astilla para celulosa y papel) solo a 4

años de ser plantados, al alcanzar 20 m y un volumen de 180 m³/ha. Su incremento medio anual (IMA) es de casi 5 m/año en altura y 45 m³/ha/año en volumen. La empresa FOMEX (Forestaciones Operativas de México) planta clones mejorados de *E. urophylla* (1400/ha) que, al cabo de 5 años, alcanzan 25 m de altura, diámetro normal de 23 cm, y un IMA de 35 m³/ha/año. (Com. pers. Saúl Benjamín Monreal Rangel, 2020, Carlos Enrique González Vicente, 2020) (Figura 26).

Incendios forestales

Los incendios forestales han ocurrido desde hace más de 420 000 000 años en la Tierra. Los de origen natural, son un factor ecológico. En México, su evidencia más antigua es un trozo de madera quemada fósil, hallada en Chis. Consta en el Museo de Paleontología Eliseo Palacios A., Tuxtla Gtz., y tiene 200 000 000 años (Rodríguez, 2015) (Figura 12A).

Estos fenómenos pueden ocurrir en casi todo tipo de ambiente donde haya vegetación terrestre: con mayor o menor frecuencia, por el hombre o naturales, se pueden observar en los 32 tipos de vegetación que Miranda y Hernández-Xolocotzi (2013) reportan para México, incluyendo bosques templado fríos, selvas tropicales y matorrales desérticos.

Pueden presentarse desde 0 hasta poco más 4500 m s.n.m., el límite para zacates alpinos. Su intensidad, dada por la longitud de llama, puede ir desde muy baja (con una muy lenta combustión de combustibles subterráneos, sin llama, avanzando a solo algunos centímetros

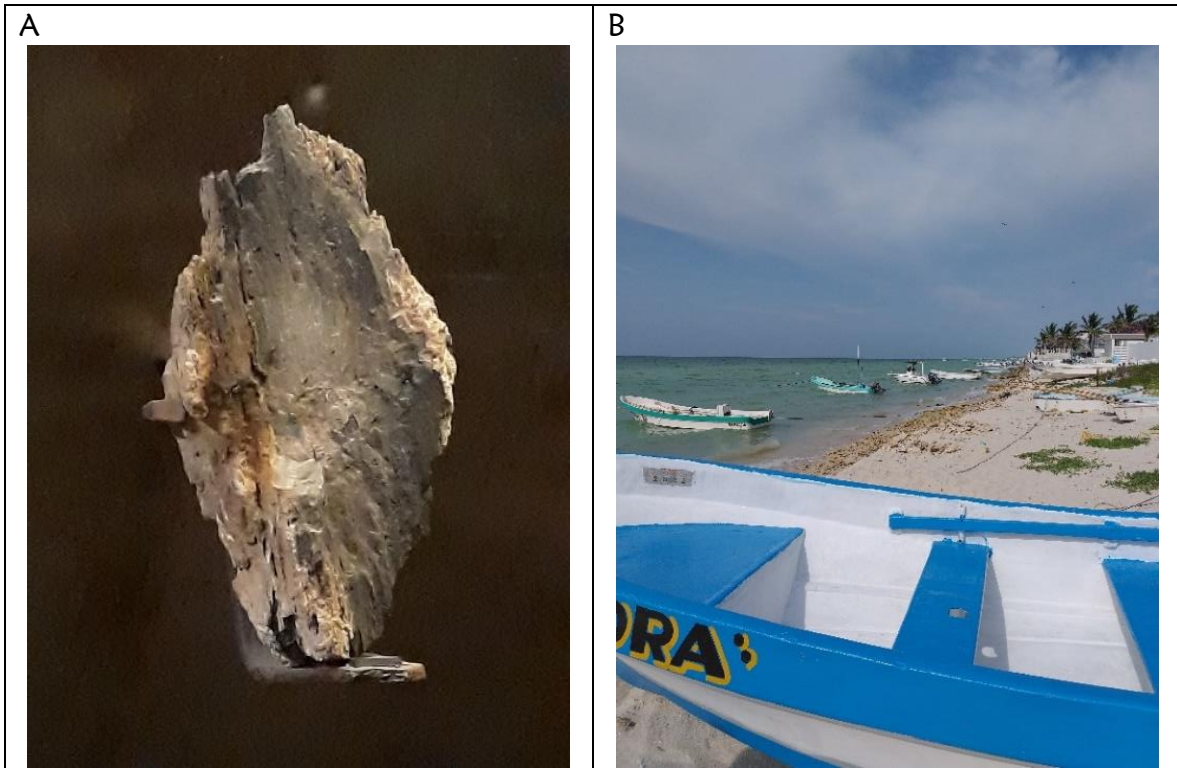


Figura 12. A) Fósil de madera quemada de hace 200 millones de años. Museo de Paleontología Eliseo Palacios Aguilera, Tuxtla Gutiérrez, Chis., 2018. **B)** Vista (2019) del pueblo pesquero de Chicxulub, Yucatán, donde cayó el gigantesco aerolito 66 millones de años atrás. Fotos por Dante A. Rodríguez Trejo.

por hora) a llamas de 5 cm o menos en pastos cortos, hasta 25 m o más en incendios de copas en bosques o matorrales (como los chaparrales), densos y altos en Baja California. En ciertos casos, sobre terrenos nevados, las puntas de los pastos secas pueden arder, comunicándose el fuego cuando están flexionadas y tienen contacto entre sí, y dejar sin afectar el resto del cuerpo de los pastos, parcialmente humedecidos por la nieve. O bien puede quemar solo parte de los zacates, cuando guardan suficiente humedad para evitar el consumo total, pero también no tan alta que impida combustión parcial, hasta incendios que prácticamente calcinan todo, incluso los troncos de los árboles.

El incendio forestal más extenso que se ha presentado en el país (en realidad dos incendios simultáneos, “gemelos”, muy cercanos entre sí), cubrió 317 000 ha y duró dos meses, en Coahuila, cerca de la frontera con Estados Unidos, hacia 2011 (Figuras 13A a C). La temporada de incendios con la mayor superficie afectada registrada, fue la de 2017, con 956 405 ha, y la que tuvo el mayor número registrado de estos siniestros, fue la de 1998, con 14 445 (Conafor, 2019).

Uno de los incendios de copa más extensos en el país, se presentó en la Sierra de Arteaga, en la década de 1970, sobre 4000 ha de masas dominadas por

Pseudotsuga. En esa misma sierra, pero durante la extrema temporada 1998, otro evento de copas consumió 3500 ha; de ellas, unas 1200 ha se incendiaron en solamente 2 horas (com. pers. Roberto Martínez Domínguez, 2020).

Sobre la frontera entre China y la ex Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas, del lado chino, hacia 1987 inició un incendio que terminó como el mayor de la era moderna, cubrió 5 millones de hectáreas (Salisbury, 1989). Pero en la costa norte de la actual Península de Yucatán, 66 millones de años atrás impactó un meteorito de 10 km de diámetro, a unos 30 kilómetros por segundo, que causó diversos cataclismos: tsunamis, lluvia ácida, lluvia de eyectas (fragmentos incandescentes del meteorito), oscuridad y condiciones invernales durante muchos meses (por el polvo levantado). En particular esto último colapsó gigantescas extensiones de plantas que ya no pudieron fotosintetizar. Además, fueron producidos los incendios forestales más grandes que ha visto el planeta, pues se presentaron por casi todo éste. Como consecuencia de estos cataclismos en cadena, se extinguieron muchas especies, entre ellas todos los dinosaurios (Álvarez, 1997) (Figura 12B).

El siniestro que ha sido combatido por la mayor cantidad de combatientes y voluntarios (3000 de ellos), fue uno en las cercanías de Cancún, Quintana Roo, sobre 35 000 ha en 1995. Afectó selva mediana y áreas afectadas por otro incendio de 1989. También se usaron en este combate 20 tractores bulldozer, 12

helicópteros y tres aviones cisterna (com. pers. Alfredo Nolasco Morales, 2020). Pero en el incendio donde se ha utilizado más equipo fue el de dos conflagraciones contiguas (gemelas) de Coahuila, 2011: 30 aeronaves (nueve aviones o avionetas y 21 helicópteros), 18 tractores de oruga, seis carros motobomba, seis pipas de agua, tres retroexcavadoras, dos motoconformadoras, un cargador frontal y cincuenta y cuatro vehículos (Conafor, 2011).

El incendio más trágico resultó en el fallecimiento de 19 valientes señores campesinos que intentaron controlar uno de tipo superficial que repentinamente se trocó en aéreo y tuvo un carácter explosivo, en Texocuiupan, Mpio. de Ixtacamaxitlán, Puebla, en 1998. Año extraordinariamente seco, gran acumulación de combustibles, con continuidad vertical, fuertes vientos, marcada pendiente, cañada y consecuente efecto chimenea, todo ello se combinó para hacer explosivo este siniestro, que paradójicamente terminó afectando una superficie relativamente pequeña, del orden de 400 ha. Trágicamente, este último año, también correspondió a la temporada de incendios nacional con el mayor número de víctimas (entre voluntarios y combatientes profesionales), con 71 decesos (Conafor, 2011, 2019, Rodríguez, 2015). Sean estas humildes líneas un homenaje a estos valientes.

Entre los atributos del comportamiento del fuego, está la velocidad con la que avanzan las llamas. Resultan más rápidas en ambientes secos, con alta temperatura y combustibles ligeros

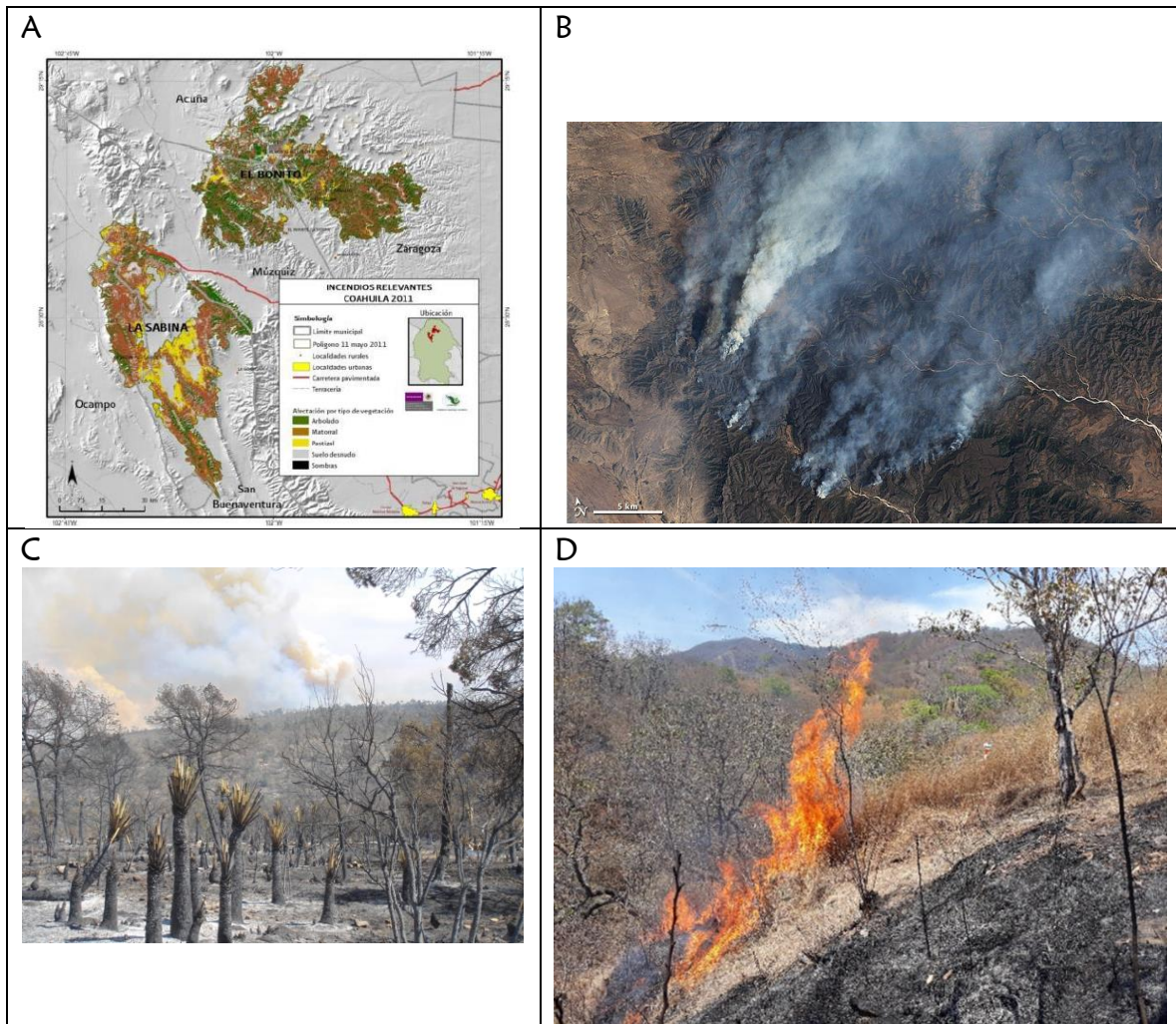


Figura 13. A) Mapa de la extensión de los grandes incendios de Coahuila 2011 (Conafor, 2011), B) imagen de satélite (NASA, 2011) y C) desde tierra (Foto Dante A. Rodríguez Trejo, 2011) del mismo incendio. D) Quema prescrita experimental en pasto jaragua, con viento, pronunciada pendiente, y comportamiento extremo del fuego, rodeada por parcelas quemadas con antelación. Ejido Flores Magón, Mpio. Villaflores, Chis. Foto: Dante A. Rodríguez Trejo, 2018 (Rodríguez *et al.*, 2019a, 2020).

(como el pastizal), en pendientes pronunciadas y con vientos veloces a favor de la pendiente. No es sencillo contar con este tipo de mediciones. Uno de los datos experimentales así registrados, corresponde a una sabana con zacates altos de la especie exótica pasto jaragua (*Hyparrhenia rufa*), en el

ejido Flores Magón, Mpio. de Villaflores, Chis. Con estos pastos de una altura promedio igual a 1.7 m, carga de combustibles de 14.14 ton/ha, pendiente de 52%, vientos a 12 km/h, una temperatura de 32 °C y con humedad relativa de 38%, se alcanzó una velocidad de propagación igual a

150 m/min y una longitud de llama de 8 m, en una parcela rodeada por otras quemadas previamente. Sin duda, con vientos más veloces, sobre laderas más pronunciadas y en ambientes más secos, dicha velocidad puede ser rebasada ampliamente (Rodríguez *et al.*, 2019a, 2020) (Figura 13D). En EE.UU., en pastizales, se han observado velocidades de propagaciones cercanas a 400 m/min.

Los árboles y arbustos más adaptados al fuego

Aproximadamente la mitad de los ecosistemas terrestres del país y la mitad de los 32 tipos de vegetación para México establecidos por Miranda y Hernández-Xolocotzi (2013), están dominados por especies adaptadas al factor ecológico fuego. Los pinos presentan adaptaciones diversas al mencionado factor. Entre los que destacan está *Pinus hartwegii*; longevo, el que crece a mayor altitud y a las más bajas temperaturas, y también está adaptado al fuego. Este pino se regenera bien en áreas quemadas, pues el fuego elimina temporalmente la barrera física que para las semillas representan zacates u hojarasca, pues no les permiten tener contacto directo con el suelo mineral para que luego de germinar se puedan establecer las plántulas. Asimismo, cuando juvenil, cuenta con estado cespitoso, ya que luego de un par de años de haber germinado su semilla, durante dos a varios años prácticamente no crece en altura, pero sí en diámetro y raíz y la yema apical queda protegida por el denso follaje (de ahí el nombre de

cespitoso, con aspecto de césped) que, cuando ocurre un incendio, se inflama y desvía el fuego, dejando a la yema –la cual también está protegida en alguna medida por escamas- a menor merced de las llamas y aumenta así las posibilidades de supervivencia del arbolito. Este último, pocos o algunos años después acelera su crecimiento en altura, va siendo cada vez más protegido ante incendios por su gruesa corteza y es capaz de emitir rebrotes de yemas en su base o a lo largo del tronco, después de haber sido afectado por un incendio. Su buena poda natural, cuando adulto, reduce la posibilidad de incendios de copas. Asimismo, recupera follaje perdido al fuego en algunos casos, aunque se haya consumido toda su copa (Figura 14C). En el Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl, bosques con estos árboles se incendian de manera natural por rayos y la actividad volcánica, en promedio cada cinco años.

Otro pino notable, de menores altitudes, es *P. leiophylla*, que excepto por el estado cespitoso muestra las mismas adaptaciones al fuego que *P. hartwegii*, pero a cambio es más poderoso rebrotador, incluida su base, donde he observado que cuenta con un órgano denominado lignotubérculo, que es una adaptación al fuego y a otros factores, que le permite a esta especie rebrotar intensamente (Figuras 14A y B). Con características de respuesta al fuego muy similares a las de *P. leiophylla*, está *P. oocarpa*, el cual también es el pino de ambiente tropical más ampliamente distribuido en México.



Figura 14. A) Lignotubérculo de *Pinus leiophylla* juvenil con rebrotes, Laboratorio de Semillas Forestales, División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo, 2018. B) Impresionante brotación post-fuego en la base de su tronco y a lo largo de éste, por un *P. leiophylla* juvenil, Área experimental Las Cruces, UACH, Texcoco, Edo. de Méx., 2010. C) Viejos *Pinus hartwegii* con huellas de incendios; destacan su corteza gruesa y su buena poda natural cuando adultos, que resta continuidad vertical a los combustibles y evita fuegos de copas, Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl, 2011. D) Palmas de *Brahea* sp. recuperadas de incendio forestal. Nótese el estípite (“tronco”) quemado, Mpio. Villaflores, Chis., 2018. Fotos A) a D), por Dante A. Rodríguez Trejo.

Entre las latifoliadas de clima templado frío, es posible que *Quercus rugosa*, de los encinos más ampliamente distribuidos en el país, así como *Q. crassifolia*, cuenten con las mayores adaptaciones al fuego. Aunque su semilla requiere de un poco de sombra para retener humedad, puede recolonizar sitios incendiados, su corteza es gruesa y protectora y son capaces de recuperar follaje deshidratado o quemado por el fuego,

siempre que sus yemas aéreas sobrevivan. En particular, puede quemarse la totalidad de su tronco y formar luego uno nuevo. En Puebla, Juárez *et al.* (2012), hallaron que de cada 10 árboles jóvenes de *Q. crassifolia* aparentemente muertos (por perderse su parte aérea) en un incendio severo, en realidad moría la raíz de solo tres de ellos, el resto sobrevivían y emitían nuevos vástagos, futuros troncos.

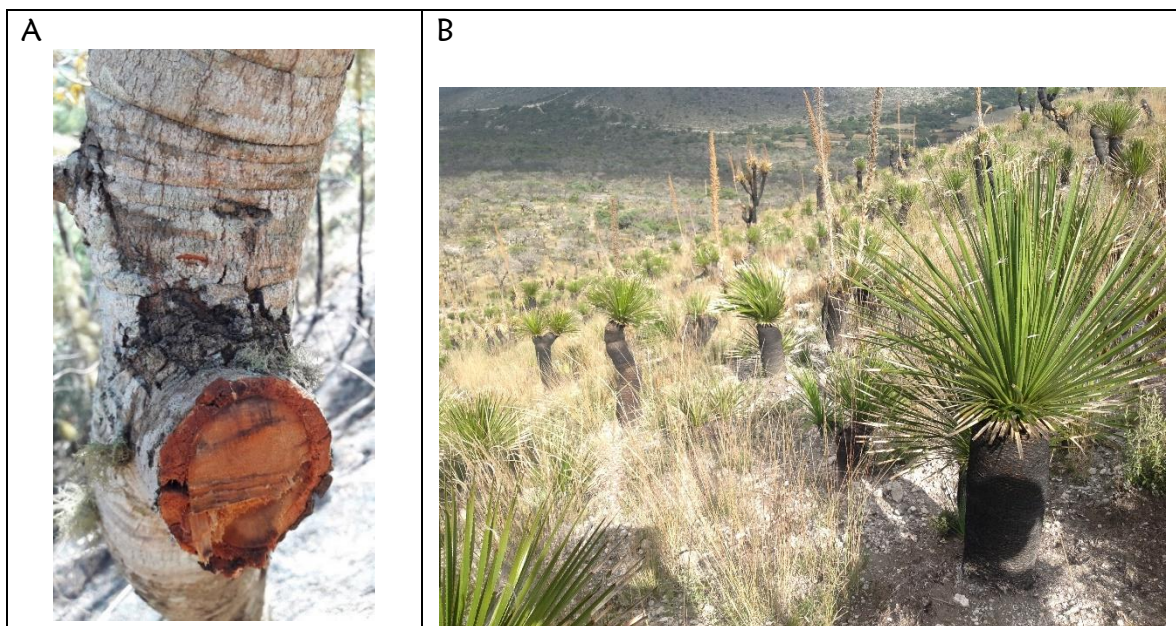


Figura 15. A) Árbol tropical sabanero adaptado al fuego, el nanche, *Byrsonima crassifolia*. Destaca su gruesa corteza. Ejido Villahermosa, Mpio. Villaflores, Chis., 2014. **B)** Sotoles, *Dasyllirion lucidum*, de zona semiárida recuperados de un incendio, 6 meses antes, que destruyó su follaje; obsérvense los estípites quemados. Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, Pue. 2016. Fotos A) y B) por Dante A. Rodríguez Trejo.

En las zonas tropicales, las palmas en general, muestran una poderosa capacidad de rebrotación, como las de los géneros *Brahea* (Figura 14D) de varias partes del país y *Acoelorrhaphe wrightii*, del sureste de México (Rodríguez, 2014). Pero también están los árboles sabaneros *Crescentia cujete* y

Curatella americana, cuyas semillas requieren de la escarificación de altas temperaturas del fuego para poder germinar (Pennington y Sarukhán, 2005), además de el nanche, *Byrsonima crassifolia* (Figura 15A), con su semilla cubierta por un tejido leñoso, denominado pireno, que la acción del

fuego también ayuda a debilitar para que se pueda dar la germinación. Estas tres especies de árboles poseen cortezas gruesas a pesar que el porte de los árboles no es grande, así como una intensa capacidad de rebrotación para recuperar las partes perdidas al fuego (Rodríguez, 2014).

Por cuanto toca a las regiones semiáridas, nuevamente las palmas se llevan las palmas gracias a su marcada rebrotación post-fuego, pero también hay otros elementos que son capaces de recuperarse bien de las llamas. Tal es el caso del sotol, *Dasyliirion lucidum* (Figura 15B), de zonas semiáridas del centro de México. En la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, Rodríguez *et al.* (2019b) observaron que dicha especie fue capaz de recuperar las rosetas de hojas largas y delgadas que forman su copa, luego que un incendio de copas afectó unas 300 ha. La mortalidad no alcanzó 2%. En zonas mediterráneas (temporada de sequía en verano y lluvias invernales), el chaparral, con la rebrotadora chamizo (*Adenostoma fasciculatum*) es ejemplo de adaptación al fuego. Un habitante más de estos matorrales y de los matorrales xerófilos en general, es la manzanita (*Arctostaphylos* spp.), cuya corteza es inflamable, pero el arbusto se recupera del fuego rebrotado intensamente. Lo anteriormente descrito no significa que las especies adaptadas al fuego sean capaces de resistir cualquier incendio, hay un límite en dicha capacidad. Uno muy intenso o algunos años con incendios repetidos, pueden matarlas. En el caso de las zonas semiáridas incluso un incendio no tan intenso pero

que acontezca antes, durante o luego de sequías prolongadas, puede causar mortalidad importante.

Otros rebrotadores post fuego, son los encinos arbustivos, de los que hay muchas especies. Cuentan con rizomas –tallos subterráneos horizontales- y aunque la parte aérea se pierda al fuego, esos órganos emiten una muy alta densidad de rebrotes. Al autor de estas líneas, le tocó estudiar un matorral dominado por *Quercus frutex*, en los límites entre Tlaxcala y el Estado de México. A 16 meses de un incendio de copas arbustivo, se habían emitido 1 530 000 rebrotes/ha (Rodríguez, 1996).

Diversas semillas, en especial de las leguminosas, tienen latencia física, es decir, una cubierta seminal dura e impermeable que no permite el acceso del agua para activar la germinación. Dicha protección que facilita la supervivencia de las simientes al paso por el tracto digestivo (con ácidos en los jugos gástricos) de animales y al masticado, también facilita su supervivencia durante los incendios forestales. Rodríguez y Hernández (en prensa), hallaron que una semilla de lupino, *Lupinus montanus*, tiene una cubierta (cáscara) con un grosor medio de 0.1 mm, la cual protege al embrión de temperaturas de 120 °C (aplicadas durante tres minutos). La mayoría de las semillas mueren, pero algunas sobreviven después de haber sido sometidas a tales temperaturas. El lupino crece en los bosques de pino y en los de oyamel. En México existen miles de especies de plantas con diversas adaptaciones al fuego.

Insectos plaga

Como consecuencia de una gran sequía en el norte del país hacia 2011, masas forestales de Durango y Chihuahua, con *Pinus engelmannii*, *P. arizonica*, *P. cooperi*, *P. chihuahuana* y *P. leiophylla*, fueron afectadas por insectos descortezadores, pequeños escarabajos: *Dendroctonus mexicanus*, *D. frontalis*, *D. adjunctus* e *Ips lecontei*. Las superficies afectadas por este evento, que se extendió desde 2011, 2012 y hasta 2013, fueron 40 730, 292 630 y 216 664 ha (una superficie total de 550 024 ha, más de medio millón de hectáreas). Los volúmenes de madera afectados extraídos a consecuencia del saneamiento forestal, fueron: 300 709, 882 932 y 831 787 m³, para los mismos años, respectivamente, con un volumen tratado total igual a 2 015 428 m³ (más de dos millones de metros cúbicos de madera). Hubo madera que no fue reportada ni extraída del monte, por lo que la afectación de estas plagas con seguridad fue todavía mayor (com. pers. David Cibrián Tovar, 2020).

Densidad de maderas

Desde tiempos inmemoriales la madera ha sido materia prima toral para construcciones, utensilios, equipo, herramientas de trabajo o bien para el arte, entre otros. Según sus características físicas y mecánicas, trabajabilidad, color y belleza de su vetado, la madera de infinidad de especies se usa con diversos fines. Una de las características más consideradas es su densidad. Típicamente se consideran maderas blandas, ligeras, a las de las coníferas, con poco más de 0.4 kg/dm³, que es lo mismo que 0.4

ton/m³. En cambio, maderas pesadas conocidas, son las de muchos encinos, con valores del orden de 0.7 kg/dm³.

Las maderas más ligeras se usaban para hacer balsas, por su flotabilidad. De ahí el nombre común de la que es posiblemente la especie con la madera más ligera de México, *Ochroma pyramidale*, Pepe balsa, del sur de Ver., Tab., Oax. y norte de Chis., principalmente, con una densidad tan baja como 0.1 kg/dm³ (com. pers. Amparo Borja de la Rosa, 2020). Nueve troncos de árboles de esta especie, del Ecuador, y cañas de bambú, se usaron para construir la embarcación rústica *Kon Tiki* (dios inca de las tormentas), en la que el explorador noruego Thor Heyerdahl encabezó un pequeño grupo que navegó en 1947 de Perú a la Polinesia, para probar que las islas de dicha región pudieron ser pobladas vía marítima desde el Perú hacia el año 1100 (Heyerdahl, 1960) (Figuras 16 y 17A).

Entre las maderas más densas, están el guayacán (*Guaiacum officinale*), del NE de México y de selvas bajas de Chiapas (1.32 kg/dm³), tan pesada como dura y durable (Figura 17B), el jobillo (1.28 kg/dm³) (*Astronium graveolens*), el guayacán de montaña (1.25 kg/dm³), *Handroanthus guayacan* (= *Tabebuia guayacan*), y el encino colorado (*Quercus castanea*), con 1.2 kg/dm³ (Silva, 2008), el granadillo (1.14 kg/dm³) (*Dalbergia calderonii*), el ocotillo, *Cordia eleagnoides* (1.1 kg/dm³), que se distribuye en la vertiente occidental del Pacífico, desde Sinaloa hasta Oaxaca, el bálsamo (*Myroxylon balsamum*) (1.1 kg/dm³), el guapaque (1.1 kg/dm³) (*Dialium*

guianense), el chicozapote (1.09 kg/dm^3) (*Manilkara zapota*) y el ébano (*Ebenopsis ebano*) (1.06 kg/dm^3), del NE de la República Mexicana, en particular Tamaulipas, así como Yucatán. No puede faltar, entre las latifoliadas tropicales nacionales, el palo fierro, *Olneya tesota*, de Sonora y Baja

California, con 0.99 kg/dm^3 (Sotomayor *et al.*, 2003; Museo de la Madera, Tuxtla Gutiérrez, Chis., 2015; com. pers. Amparo Borja de la Rosa, 2020, Conafor S.F.). Puede apreciarse, con la información proporcionada, que la madera del guayacán es más de 13 veces más pesada que la del palo balsa.

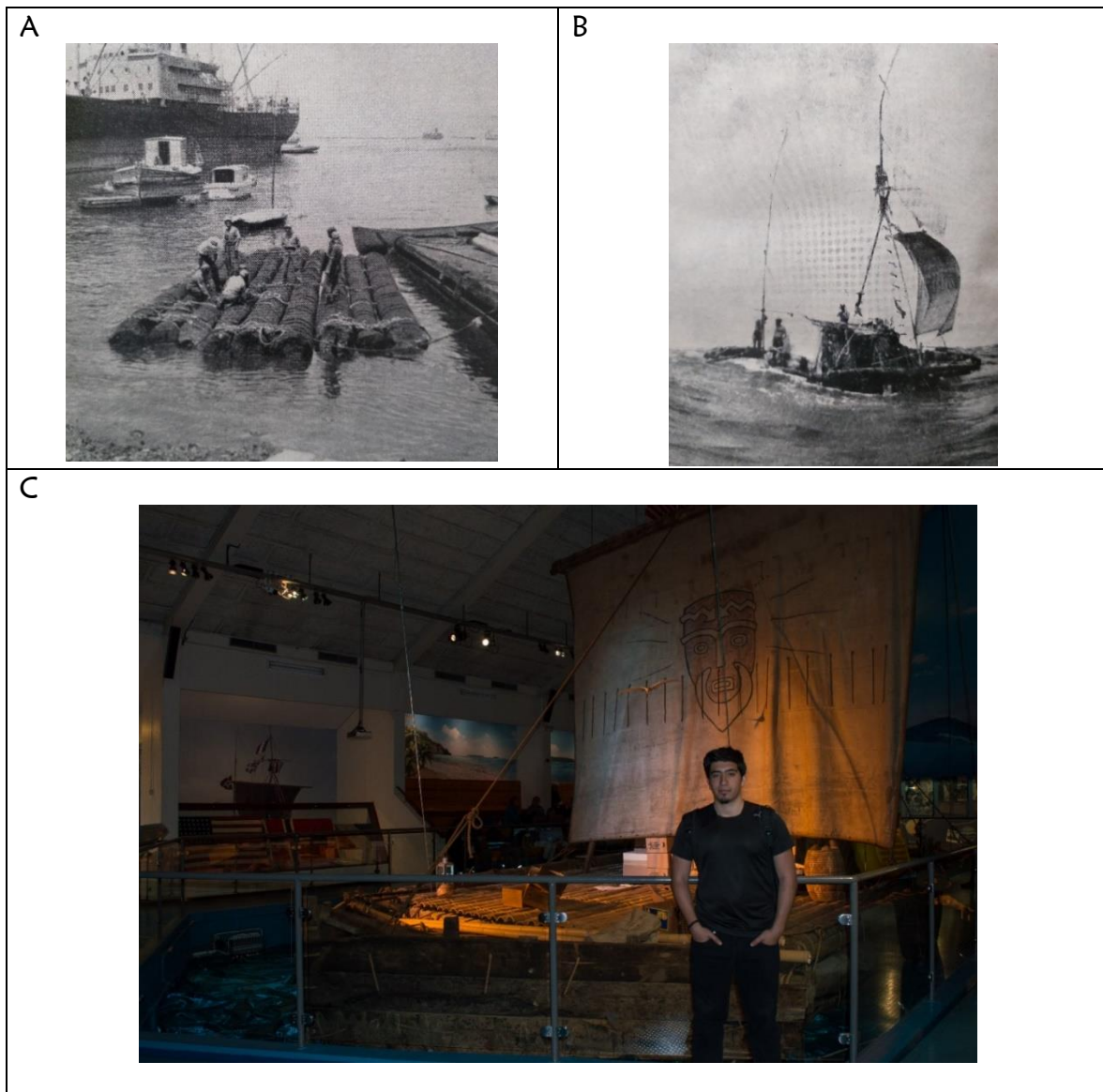


Figura 16. A) Nueve troncos del árbol balsa sirvieron para construir a la usanza antigua, la *Kon Tiki*. B) La expedición de 6800 km, a medio curso. C) Detalle de la embarcación. A) y B) de Heyerdahl (1960). C) Museo *Kon Tiki*, Oslo, Noruega, 2014.

Maderas hermosas y costosas

Carlos Enrique González Vicente

La madera es un bien de la naturaleza indispensable para el bienestar y desarrollo de la humanidad, por sus grandes beneficios ambientales, económicos y sociales; difícilmente podrá ser substituido por otros materiales. El estatus en las primeras civilizaciones fue altamente dependiente de la madera, para mantener su estilo de vida, en especial para energía, beneficio de metales y la producción de cerámica (Barraclough y Ghimiere, 1995, Perlin, 1989). Durante la primera época de la Colonia, algunas especies forestales tropicales de México en especial la caoba y el cedro rojo, fueron valoradas en España y se empezaron a aprovechar comercialmente, constituyendo uno de los primeros monopolios del virreinato, mismo que continuó incluso hasta la Independencia de México (Gill, 1931).

En el mercado mundial de la madera de la actualidad, la especie más cotizada es el agar (*Aquilaria malaccensis*), especie amenazada, del SE de Asia, muy apreciada para la producción de perfumes y que ha llegado a costar hasta € 5 000/kg. Entre las maderas de los bosques del O de Estados Unidos, la de *Sequoia sempervirens*, conocida comercialmente como *redwood*, se comercializa hasta en US \$ 2000/m³, dependiendo de su calidad.

Algunas maderas mexicanas también compiten entre las más caras del mundo. La madera de ciricote (*Cordia dodecandra*), muy apreciada para la

fabricación de muebles, duelas y culatas de armas de fuego, se cotiza en los mercados internacionales hasta en US \$ 3500/m³ (com. pers. Francisco Vega Gama, 2020).

La madera denominada palo de rosa (*Dalbergia granadillo*) y la de *Dalbergia stevensonii*, que se encuentran en la vertiente del Océano Pacífico desde Colima hasta Oaxaca, se cotizan hasta en US \$ 8500/m³. Todas las especies de *Dalbergia* se encuentran listadas en el Apéndice II del CITES y en la NOM-059, con el propósito de protegerlas. Sin embargo, aún en la actualidad su comercio internacional continúa. De acuerdo con CITES, entre los años de 2007 a 2012, la República Popular China importó un total de 10 662 m³ de madera de *Dalbergia* spp. de México (Cervantes *et. al.*, 2019, CCA, 2019). Según la base de datos de la madera (www.wood-database.com), *Dalbergia cearensis*, cosechada en Brasil y ocasionalmente en México, corresponde a la madera conocida como *king wood* (Figura 17C), muy rara, costosa, y que se obtiene del duramen de color abigarrado claramente definido, que puede variar de casi negro, marrón, violeta manchado de marrón violeta, y de la albura color crema (com. pers. Francisco Vega Gama, 2020).

Leña combustible

Carlos Enrique González Vicente

El uso principal y constante de los recursos forestales a fin de aprovechar sus propiedades bioenergéticas, tanto para el consumo doméstico a nivel del hogar, al igual que en múltiples actividades industriales para la generación de energía, constituye un bono energético de grandes dimensiones, que según estadísticas de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), en México puede rebasar los 30 000 000 m³ anuales. Además del hogar en el medio rural, la leña se consume en la producción de alimentos como el pan, la barbacoa, las carnitas, la cochinita pibil y múltiples platillos regionales. La producción de tabiques, tejas y macetas de barro, no sería posible sin el consumo de importantes cantidades de leña combustible; así como también una cantidad importante de astillas de madera que alimentan las grandes calderas de los ingenios azucareros, complemento de combustibles fósiles y del bagazo.

La calidad de la leña, además de las propiedades caloríficas intrínsecas de cada especie, está relacionada con la densidad de la madera y con diversas sustancias extractivas que pueden contener las diferentes especies. Sin embargo, el índice de valor calorífico, medido en kilo calorías por kilogramo, es un buen indicador de una buena leña. La leña de mezquite (*Prosopis juliflora* y *P. laevigata*) es muy apreciada para la producción de carbón y su valor calorífico alcanza los 6620 kcal/kg

(Demissei, 2019). Otra especie mexicana con alto valor calorífico es el guamúchil (*Pithecellobium dulce*), con valores caloríficos de hasta 5600 kcal/kg (NAS, 1983).

Para encinos como *Quercus glaucooides*, se refieren valores de 5474 kcal/kg, incluso 7017 kcal/kg si solo se considera su duramen (García y González, 1990).

Áreas naturales protegidas y biodiversidad

México tiene 182 áreas naturales protegidas (ANP), sobre casi 91 000 000 ha. Nuestro país es uno de los 17 con megabiodiversidad del planeta y ocupa los siguientes lugares en riqueza de especies de los siguientes grupos: plantas vasculares (23 424 especies, 5° lugar) (esta cifra es diferente en otros trabajos, pero se respeta la dada por cada fuente), mamíferos (564, 3er lugar), aves (1150, 8° lugar), reptiles (864, 2° lugar) y anfibios (376, 5° lugar) (Conanp, 2018). El primer parque nacional en México fue el Parque Nacional Desierto de los Leones, decretado por Venustiano Carranza en 1917.

El ANP más extensa del país, es la Reserva de la Biosfera Pacífico Mexicano Profundo, frente a las costas de Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas, sobre una superficie de 57 786 214.9 ha, pero se trata de ecosistemas marinos de gran profundidad y biodiversidad. El ANP más extensa con ecosistemas terrestres, es la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno, en Guerrero Negro, Baja California Sur. Cuenta con 2 546 790.3 ha de superficie

terrestre o de aguas continentales. La más pequeña es el Parque Nacional Lago de Cuamécuaro, Mich., con aguas cristalinas y bosque de galería de ahuehuate. Su superficie se reduce a 5.4 ha. La parte más baja de una ANP, está en la Reserva de la Biosfera Pacífico Profundo Mexicano, a 5886 m bajo el

nivel del mar; la de mayor altitud, es la cima del Citlaltépetl, en el Parque Nacional Pico de Orizaba (5610 m s.n.m.). El desnivel entre la zona más profunda y la cima del volcán más alto en áreas naturales protegidas, es de 11 496 m.



Figura 17. Secciones de troncos de: **A)** Pepe balsa, y **B)** guayacán. Museo de la Madera, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Fotos: Dante A. Rodríguez Trejo, 2015. **C)** Rodaja de madera de *Dalbergia cearensis*, king wood, okamatillo. Foto: Francisco Vega Gama.

México hospeda entre de 10 a 12% de la biodiversidad del planeta Tierra. El número de especies de plantas con flores en México, es igual a 21 841 especies (esta cifra es diferente en otros trabajos, pero se respeta la dada por cada fuente), en 247 familias y comprendiendo 2685 géneros. A continuación, se proporciona el número de especies por grupo y el porcentaje de endemismo que cada uno de ellos contiene: plantas herbáceas (13 408, 48.3%), arbustos (7151, 48.9%), árboles (4044, 39.4%), epífitas (992, 38.5%), trepadoras (1939, 38.2%) y parásitas (221, 41.6%) (Villaseñor y Ortiz, 2014). El Cuadro 1 indica la riqueza de plantas por estado, así como la riqueza de endemismos.

Las familias más abundantes en la flora fanerogámica de México, son las compuestas (2400 especies), seguidas por leguminosas (1800), gramíneas (950), orquidáceas (920), cactáceas (900) y rubiáceas (510). Los ecosistemas con mayor riqueza de especies, son bosques de coníferas y de encinos (7000 especies, con aporte de 24%), bosques tropicales subcaducifolio, caducifolio y espinoso (6000, 20%), matorrales xerófilos y pastizales (6000, 20%), bosque tropical perennifolio (5000, 17%), bosque

mesófilo de montaña (3000, 10%), vegetación ruderal y arvense (2000, 6%), y vegetación acuática y subacuática (1000, 3%) (Rzedowski, 1991). México es el país más rico en número de especies de pinos (49 de ellas) (Gernandt y Pérez de la Rosa, 2014), encinos (157) (Zavala, 1991), cactus (677 especies, 76% del total mundial) y agaves, con 150 especies de las aproximadamente 200 que hay en el planeta y 104 -69%- son endémicas, únicas de nuestra patria, la cual también alberga 120 especies de nopales, el género *Opuntia* (Galindo, 2017).

Hojas

Los pinos con las hojas más largas y las más cortas son *Pinus lumhotzii* (hasta 43 cm) y *P. monophylla* y *P. cembroides* var. *bicolor* (ambos con un mínimo de 2 cm). El encino con las hojas más grandes es *Quercus resinosa*, con hasta 36 a casi 40 cm de longitud y 26 cm de anchura en su lámina foliar (Arizaga *et al.*, 2009, com. pers. Andrés G. Miranda Moreno, 2020); el encino con hoja más pequeña es el arbusto *Q. microphylla* con mínimos de 1 X 0.3 cm (Espinosa, 1981).

Cuadro 1. Riqueza de especies con flores y riqueza de endemismos (de México), por estado (Con base en Villaseñor y Ortiz, 2014).

Riqueza de especies por estado	Riqueza de endemismos por estado
1 Oaxaca (9019)	1 Oaxaca (3672)
2 Chiapas (7830)	2 Jalisco (2794)
3 Veracruz (6876)	3 Guerrero (2296)
4 Jalisco (5931)	4 Michoacán (2223)
5 Guerrero (5529)	5 Veracruz (1870)

Las hojas más grandes de entre árboles y arborescentes, muy posiblemente sean las de la palma coyol real (*Attalea rostrata* = *Scheelea liebmanii*), que se localiza desde o cerca de la costa de Veracruz hasta el norte de Chiapas, además de Campeche y Quintana Roo. Sus hojas compuestas alcanzan 7 m de longitud y sus foliolos pueden medir 1.5 m (Pennington y Sarukhán, 2005). La campeona mundial es la palma africana *Raphia regalis*, cuyas hojas pueden medir 24 m (Galindo, 2017). En especies dicotiledóneas tropicales, las hojas simples del hule, *Castilla elastica*, miden hasta 45 x 20 cm. Una de las especies típicas pioneras que coloniza áreas perturbadas en las zonas tropicales de ambas costas de México, aunque prácticamente sin incluir la Península de Yucatán, es el guarumbo, *Cecropia obtusifolia*. Sus hojas son simples, pero parecen compuestas porque están fuertemente lobuladas (8 a 12 lóbulos). Su lámina foliar total, puede alcanzar hasta 50 cm de diámetro (Figura 18B). Otras especies cuyas hojas pueden medir 50 cm de longitud, son el mamey (*Pouteria sapota*) y la mala mujer (*Cnidioscolus multilobus*), con hojas parcialmente partidas. La mala mujer, debe su nombre y reputación a la toxicidad que le imprimen sus abundantes pelos urticantes. Cabe señalar que otra planta urticante recibe el nombre de “mal hombre”. A esa misma dimensión llegan las hojas lobuladas de la bellota (*Sterculia apetala*). Las de otro árbol tropical de amplia distribución, con frecuencia en zonas alteradas, y sus frutos comestibles, el jobo (*Spondias mombin*), también pueden medir 0.5 m de largo (Pennington y

Sarukhán, 2005). Por otra parte, las hojas simples de la teca (*Tectona grandis*) y las del árbol del pan (*Artocarpus altilis*), ambas plantadas en México, pero originarias de Asia, pueden extenderse hasta 85 (Figura 18A) y 80 X 40 cm, respectivamente (Bolívar, 2015, com. pers., Emma Estrada Martínez, 2020).

Las hojas compuestas del cedro rojo (*Cedrela odorata*), también apreciado por su hermosa y agradablemente olorosa madera, pueden medir 50 cm de longitud. La campeona entre las hojas compuestas es el candelero (*Schefflera morototoni*), cuyas hojas digitado compuestas, llegan a 75 cm, incluyendo el peciolo (para Costa Rica se refieren peciolo y grupo de foliolos de 1 m y 45 cm, respectivamente) (Figura 18C) (Neotropical Flora, 2020); el árbol es de vegetación secundaria (derivada de selvas alteradas) al S de Ver., NE de Oax., N de Chis. y Tab.

Los foliolos de varias especies de leguminosas son miniaturas, pero la menor longitud de entre hojas simples, debe corresponder a especies de zonas áridas. Por ejemplo, las hojas del ocotillo (*Fouquieria splendens*), pueden tener un mínimo de 2 cm de longitud.

Plantas desérticas como *Ephedra compacta* tiene pocas y muy pequeñas hojas, pero fotosintetizan en sus tallos verdes. Igual que las cactáceas, cuyas hojas están modificadas en espinas, para economizar agua.

Una corteza muy colorida

Entre las cortezas más coloridas de los árboles nacionales, está la de una especie

característica de selvas altas y medianas, que se halla de Guerrero a Chiapas, en Veracruz y Campeche, el canelo,

camarón o palo colorado (*Calycophyllum candidissimum*).



Figura 18. A) Las hojas de la teca (*Tectona grandis*), una especie asiática comercial maderable, pueden medir 85 X 50 cm. **B)** Desapercibidas pero grandes hojas del guarumbo (hasta 50 cm). Fotos por Dante A. Rodríguez Trejo, Mpio. Villaflores, Chis., 2016. **C)** Enormes hojas compuestas del candelero (Neotropical Flora, 2020).

Su corteza muestra manchas y pequeñas tiras verticales que van del blanco al rojo en infinidad de tonos. Al desprenderse, forma rollitos parecidos en color y forma

a los de la canela, que además de las tonalidades de la corteza, dieron pábulo para sus nombres comunes (Figura 19).



Figura 19. La colorida corteza del canelo (*Calycophyllum candidissimum*), una rubiácea del trópico. Foto: Dante A. Rodríguez T., Ejido Melchor Ocampo, Mpio. Villaflores, Chis., 2016.

Diversidad de árboles

Para un bosque tropical perennifolio dominado por los géneros *Guatteria* y *Dialium*, en Tabasco, Rzedowski (1978) refiere que se hallaron 101 especies de árboles en una hectárea. Por su parte, Estrada y Coates (2003) aluden que en una hectárea de selva en la Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas, Ver., se pueden contar hasta 267 especies de plantas de todos tipos, mientras que Gentry (1988) señala 300 especies de árboles/ha en el Amazonas peruano. Cabe destacar que entre Estados Unidos y Canadá, suman 700 especies de árboles, mientras que en las selvas de Borneo se han registrado 2500 especies arbóreas (Berry *et al.*, 2010) sobre una superficie equivalente a

la mitad de la de Gran Bretaña, que a su vez cuenta con 35 especies nativas de árboles. Sin embargo, Gómez y Valdez (2014), señalan que, en una hectárea de un bosque cálido húmedo de México, pueden encontrarse hasta 500 especies de plantas.

En el planeta existen 60 065 especies de árboles. Los países más ricos en especies arbóreas son los que se muestran en el Cuadro 2. Unas 300 especies están en situación crítica, con menos de 50 individuos en estado natural. Casi 58% de las especies conocidas de árboles son endémicas de algún país. Cerca de 45% de ellas pertenecen a 10 familias, destacan leguminosas, rubiáceas y myrtáceas (Beech *et al.*, 2017). Las cifras

de árboles de México dadas aquí, difieren de las de otras fuentes (ejemplo son las ya dadas de Villaseñor y Ortíz, 2014), tal vez en parte por lo que cada

una de ellas definió como árbol, pero aquí se respetan las cifras dadas por cada referencia.

Cuadro 2. Países con mayor número de especies arbóreas y de endemismos de especies arbóreas en el planeta (Beech *et al.*, 2017).

Número de especies arbóreas			Número de especies arbóreas endémicas		
Lugar	País	No. spp.	Lugar	País	No. spp.
1	Brasil	8715	1	Brasil	4333
2	Colombia	5776	2	Madagascar	2991
3	Indonesia	5142	3	Australia	2584
4	Malasia	4993	4	China	2149
5	Venezuela	4656	5	Malasia	1520
6	China	4635	6	Papúa Nueva Guinea	1395
7	Perú	4439	7	Indonesia	1372
8	Ecuador	3591	8	Nueva Caledonia	1365
9	México	3364	9	México	1341
10	Madagascar	3234	10	Colombia	1282

De semillas y frutos

Tan amplia como nuestra diversidad en especies arbóreas, arbustivas, arborescentes y de cactus, es la de formas, tamaños y colores de las semillas y frutos de todas esas especies. Un arbolito bastante común en bosques de pino, de oyamel y áreas perturbadas en México central es el tepozán (*Buddleja cordata*). Con unos cuantos metros de altura, un follaje con el envés grisáceo y sin flores llamativas, no resulta particularmente atractivo. Sin embargo, esta especie que parece no tener ninguna peculiaridad, produce una de las semillas más pequeñas para especies leñosas de las que se tiene conocimiento en el país. Un kilogramo de ellas se completa con alrededor de 40 millones de diminutas semillas, conforme

determinaron en el Laboratorio de Semillas Forestales del Vivero de San Luis Tlaxiátemalco, del Gobierno de la Ciudad de México (com. pers. Salvador Castro Zavala, 2010).

Existe una especie originaria de Sudamérica, invasora en México, que ya podría considerarse naturalizada, la cual habita sitios alterados, con suelo removido frecuentemente. Se trata de un arbolito bajo y frágil, el tabaquillo (*Nicotiana glauca*). En el Laboratorio de Semillas Forestales de la División de Ciencias Forestales, UACH, se determinó que tiene 19 607 843 semillas/kg (Rodríguez-Trejo, en prensa) (Figura 20). Como medida de comparación, el encino quiebra hacha (*Quercus rugosa*) completa poco más de 400 nueces (bellotas sin cúpula)/kg. Las

semillas de muchos pinos completan algunas o varias decenas de miles de semillas/kg. Otra especie que completa más de un millón de semillas por kilogramo, es el guarumbo (*Cecropia* sp.), colonizadora de áreas perturbadas en zonas tropicales húmedas, la cual tiene 1 408 451 aquenios/kg. Los aquenios son pequeños frutos que no es práctico – si no imposible- separar de las semillas que contienen y por eso se manejan como tales (Tenorio *et al.*, 2008). Por tal razón, sin duda el guarumbo tiene uno de los frutos más pequeños entre los árboles nacionales.

No se sabe con certeza el lugar de origen del coco (*Cocos nucifera*), pues se ha desplazado a todas las costas tropicales del mundo gracias a que su semilla, integrada al coco, se mantiene viable por dos semanas (Rodd y Stackhouse, 2008), lo cual hace de esta palmera la especie que a mayor distancia dispersa su semilla, cientos de kilómetros, aprovechando las corrientes marinas. Existen datos de que el coco puede medir hasta 30 cm de diámetro y pesar 2.6 kg. Este es un récord nacional, para el fruto más grande, en términos de peso y diámetro.

Pero el fruto pulposo del árbol sabanero adaptado al fuego, el jícaro, *Crescentia cujete*, con cáscara dura y de forma ovoide o esférica, también puede alcanzar 30 cm de longitud por una cifra similar de diámetro. No obstante, si de longitud se trata, el campeón es un bejuco, la escalera de chango, así denominado pues por él trepan los primates, *Entada gigas*, cuya vaina puede medir la friolera de 2 m de longitud. Contiene semillas que son unas de las

más grandes de entre especies leñosas dicotiledóneas; con forma de corazón, alcanza 6 cm de anchura por 2 cm de grosor. Su color café y lustre, hacen que esta simiente se utilice en bisutería, para hacer collares y llaveros, entre otros. A la semilla de esta planta que se encuentra en México, Centroamérica, norte de América del sur y centro de África, se la conoce como corazón de mar. Contiene una cámara que le da flotabilidad y facilita su transporte por las corrientes marinas (Figura 21).

No se pueden pasar por alto dos casos muy comunes de grandes semillas de árboles tropicales nacionales, el mamey (*Pouteria sapota*) y el aguacate (*Persea americana*), con hasta 10 y 6 cm, respectivamente. El fruto carnoso del árbol no tan conocido, mesonzapote (*Licania platypus*), de ambas costas del sur del país, tiene semillas que pueden medir 10 X 6 cm (Pennington y Sarukhán, 2005).

Por cierto, el coco de mar (*Lodoicea maldivica*), de las Islas Seychelles y de las Maldivas, puede tener 50 cm de anchura y pesar 42 kg, lo que lo hace el mayor fruto de coco (Global Biodiversity Information Facility, 2020). De acuerdo con Edwards *et al.* (2015), la suya es la mayor semilla de entre cualquier tipo de planta a nivel global y alcanza 18 kg. Pero hay frutos más largos de árboles (si bien no más pesados): el de la yaca (*Artocarpus heterophyllus*), del sureste asiático y comestible, que se produce comercialmente en Nayarit, llega hasta 1 m de longitud y 35 kg de peso.

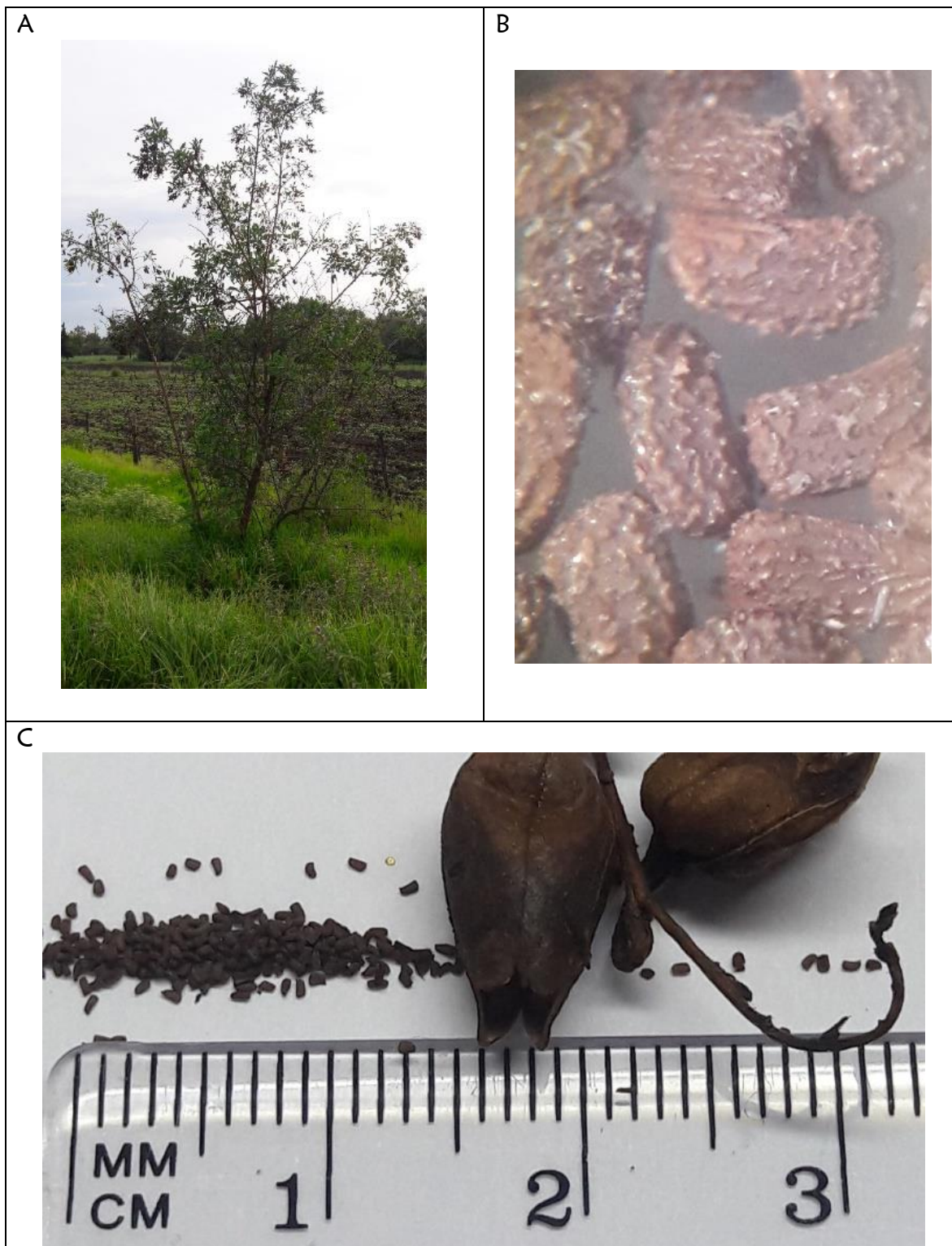


Figura 20. A) Arbusto tabaquillo, en área alterada, Texcoco, Edo. de Méx. B) Vista aumentada de su semilla. C) Sus frutos (cápsulas) miden poco más de 1 cm de longitud, las semillas alrededor de 0.6 mm. Fotos A) a C) por Dante A. Rodríguez Trejo, 2017.



Figura 21. Semilla corazón de mar integrada a un collar. La de la foto mide 5 X 4 X 1 cm. Foto: Dante A. Rodríguez T., 2020.



Figura 22. A) *Dioon edule* en floración sobre su ápice, Reserva de la Biosfera La Sepultura, Chis., 2005. **B)** Parte de cono de *Dioon* con semillas, Laboratorio de Semillas Forestales, División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo, 2016. Fotos: Dante A. Rodríguez Trejo.

Los pinos con los conos más grandes y los más pequeños, son: *Pinus strobiformis* (*P. ayacahuite*), con hasta 60 cm de longitud (Com. pers. Andrés G. Miranda Moreno, 2020), y *P. remota*, *P. herrerae* y *P. cembroides* (todos con un mínimo de 2 cm). Pero hay otras coníferas con conos más grandes, consideradas fósiles vivientes, pues ya existían en la época de los dinosaurios. Una de ellas, *Dioon spinulosum*, produce conos de hasta 80 cm de longitud por 30 cm de anchura (Figura 22).

Si se busca la semilla de pino más grande, es la de piñón grande, *P. maximartinezii* (hasta 3 cm de longitud). En un mercado local, la semilla llamó la atención de Jerzy Rzedowski, que buscó los árboles en la Sierra de Morones, Mpio. Suchipila, Zac., y descubrió la nueva especie (Anónimo, 2017a).

El encino con la mayor bellota es *Quercus insignis*, del bosque mesófilo de montaña de Chis. y Ver., con hasta 8 cm de diámetro (Figura 23). Varios encinos tienen una bellota pequeña (1 cm), como el arbusto *Q. frutex*.



Figura 23. Tamaños de nueces de encinos. Arriba: *Quercus laurina*, *Q. mexicana* y *Q. candicans*. Abajo: *Q. skinneri* y *Q. insignis*. Las especies de la parte superior son de ambientes templados; aquéllas del fondo proceden de bosque mesófilo de montaña. Las escalas de la regla son centímetros y pulgadas. Foto: Dante A. Rodríguez Trejo (Rodríguez, 2014).

Una semilla de la época de Cristo y más...

Hace 2000 años, la fortaleza de Herodes, sobre una escarpada meseta en Masada, fue sitiada por los romanos. La ocupaban unos judíos guerreros, los

sicarios. Estos últimos, se dieron cuenta que estaban perdidos y que los romanos matarían a todos en cuanto entraran a la fortificación. Las semanas pasaron y los sicarios tomaron una decisión drástica: se darían una muerte más piadosa que la

que se esperaba de los romanos, y se suicidarían. No se rendirían, por orgullo y para tener una muerte más digna y menos tormentosa. Se aseguraron de quemar todo, en especial las provisiones, que las tenían en abundancia, pero dejaron una cantidad sin incendiar para mostrarle con orgullo a los romanos que hubieran podido resistir más tiempo. Entre esas provisiones había frutos de una variedad de palma datilera (*Phoenix dactylifera*), variedad ya extinta en la actualidad. Realizada la autoinmolación por los sicarios, los romanos entraron al fuerte pero ya no había nadie vivo. Las cenizas, el polvo y la tierra cubrieron los restos del fuerte hasta que, entre 1963 y 1965, los arqueólogos hallaron los restos, incluidos frutos de la palma datilera, que fueron a parar a un museo en Israel. Las investigadoras Elaine Solowey y Sarah Sallon pidieron las tres semillas que existen de ese hallazgo al museo para tratar de describir el fruto a partir de los restos. Luego se les ocurrió: ¿y si ponemos a germinar la semilla? Pidieron autorización al museo para tratar y el milagro sucedió, una semilla germinó después de 2000 años (Sallon *et al.*, 2008) y la recién germinada palma recibió el nombre de Matusalén. Otra simiente sirvió de muestra para la prueba de radiocarbono, que comprobó la edad estimada con el asentamiento arqueológico. Se informa que en la actualidad ya produjo flores masculinas, cuyo polen se usó en una palma moderna, fertilizando las flores femeninas con éxito (Figura 24A).

Pero la historia anterior no es el pináculo del asombro. En 2012, unos científicos

hallaron en Siberia, Rusia, a 38 m de profundidad del permafrost, en las inmediaciones del río Kolyma, una bodega de frutos hecha por ardillas, principalmente de la herbácea *Silene stenophylla*. Fueron datados con radiocarbono y arrojaron una edad de 31 800 años. Estaban totalmente cubiertos por hielo, pero como había varios frutos en aparente condición aceptable, intentaron propagarlos mediante cultivo de tejidos *in vitro* y micropropagación clonal y tuvieron éxito. Las plantas derivadas ya se están reproduciendo, aunque emiten flores un tanto diferentes a las de la especie en la actualidad (Yashina *et al.*, 2012, Kaufman, 2012) (Figura 24B).

El paisaje más representado en el arte nacional

Los volcanes Popocatépetl e Iztaccíhuatl, han sido plasmados artísticamente desde antes de la Conquista. Su imponencia y belleza, aunadas a su relativa cercanía a la Ciudad de México, desde donde se pueden admirar, han atraído artistas, deportistas, creyentes y paseantes de diversas épocas. El Popocatépetl, cerro que humea, aparece en códices prehispánicos y de la era de contacto, y en múltiples obras de arte más recientes, pasando de la época colonial y hasta nuestros días. A ambos volcanes, se les ve en grabados europeos del siglo XVII y en biombos nacionales del siglo XVIII.

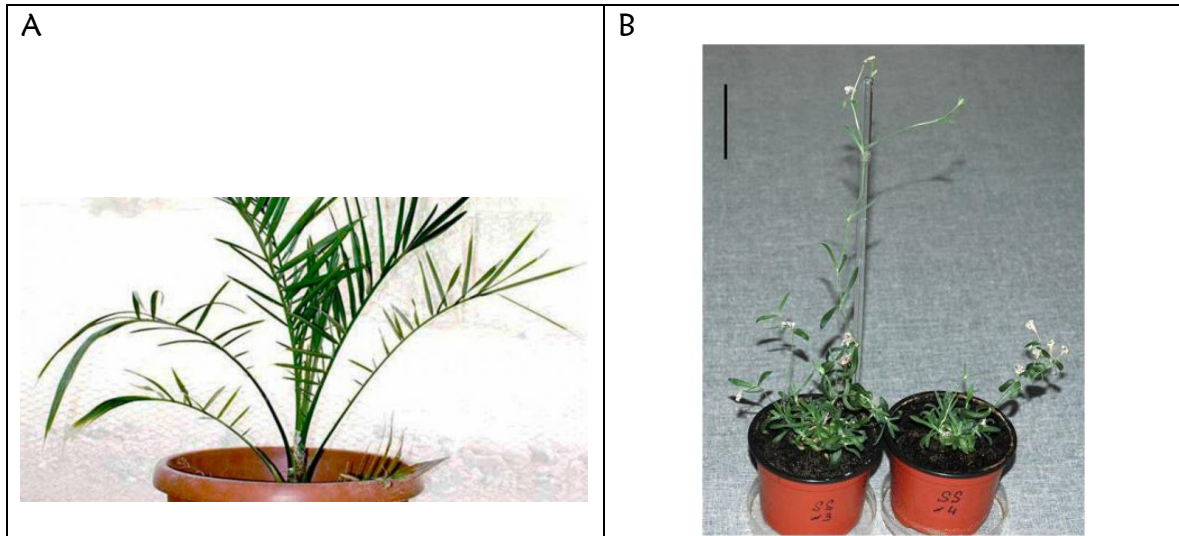


Figura 24. A) Palma datilera, llamada Matusalén, 10 años luego de la germinación de la semilla que le dio origen. **B)** Herbáceas de *Silene stenophylla*, procedentes de semillas milenarias. La escala representa 5 cm. Fuentes: National Geographic (2020a) y Yashina *et al.* (2012), respectivamente.

Fueron litografiados por Henry George Ward, T. M. Baynes y Casimiro Castro, entre otros como Balana y Crespo, y pintados por renombrados artistas del pincel en una lista que incluye a Jean Baptiste Louis (barón de Gros), Daniel Thomas Egerton, Carl Nebel, al supremo paisajista mexicano José María Velasco, Saturnino Herrán, Gerardo Murillo (Dr. Atl), Joaquín Clausell, Luis Covarrubias y Alfredo Zalce; la compañía Tiffani los representó en el telón de cristal del Palacio de Bellas Artes. Cabe un paréntesis en honor a Gerardo Murillo: geólogo de profesión, escribió un libro sobre vulcanología, realizó incontables dibujos y pinturas con sus atcolors (pinturas de su invención) y tuvo entre sus principales inspiraciones –además de Carmen Mondragón (Nahui Olin)- al nacimiento del Parícutín y al Popocatepetl e Iztaccíhuatl. Diversos artistas, entre ellos Jesús de la Helguera, Eduardo Cataño, Jesús Becerril y Humberto

Limón, los incluyeron en sus cromos. José Guadalupe Posada, Manuel Manilla y Leopoldo Méndez los grabaron. No están exentas sus manifestaciones en el arte moderno, como las de Vicente Rojo y Nahum B. Zenil. Desde luego, los volcanes –o sus representaciones- también han sido ampliamente abordados por artistas de la fotografía, incluyendo a Hugo Brehme, Manuel Álvarez Bravo, Gerardo Alcalá y Armando Salas Portugal (Figuras 25A a H).

La mitológica pareja, Popocatepetl e Iztaccíhuatl, también han sido motivo de esculturas, poesías, canciones, películas, documentales y de la “leyenda de los volcanes” (Iturbe y Rebolledo, 2005; observaciones personales del autor). Sin embargo, son casi incontables los artistas del pasado, y actuales, que han abordado a estos inmensos y notables volcanes. El mismo tema, pero todas obras tan diferentes.



Figura 25. **A)** La leyenda de los volcanes (Jesús de la Helguera, 1941). **B)** Sueño (Nahúm B. Zenil, 1994). **C)** La Ciudad de México (Casimiro Castro, 1889). **D)** Arena y pinitos (si el lector observa, se trata de un montón de arena con unos jóvenes cedros al frente) (Manuel Álvarez Bravo, ca. 1928). **E)** Los volcanes desde Chalco (José María Velasco, 1882). **F)** Cráter y vía láctea (Dr. Atl, 1960). **G)** Popocatepétl (Códice Florentino). **H)** Plano de México Tenochtitlan, el valle y los lagos en el siglo XV, Miguel Covarrubias, 1963 (Anónimo, 1989; Iturbe y Rebolledo, 2005; Moyssen, 2005; Bláisten *et al.*, 2012).

Las raíces más profundas

En el desierto de Kalahari, África se descubrió que el árbol de los pastores (*Boscia albitrunca*), una capparácea, es decir, de la misma familia que las alcaparras, puede alcanzar mantos freáticos a 68 m de profundidad, lo cual constituye, al menos por ahora, la marca mundial (Anónimo, 2017b). Tal tipo de especies son denominadas freatófitas, pues como estrategia adaptativa en zonas áridas, las raíces crecen mucho hacia abajo, hasta alcanzar un manto freático que abastezca plenamente los requerimientos de agua de estas plantas. En una mina de Arizona, se descubrió que la raíz de un mezquite (*Prosopis glandulosa*) había llegado a 58 m de profundidad (Sosebee y Wan, 1989). Esta última especie también está ampliamente distribuida en las zonas semiáridas del norte y centro de México, donde incluso con frecuencia es dominante, por lo que cabe esperar que, por lo menos alguna raíz de estos árboles llegue a unos 40 o 50 m o quizá más, bajo el suelo.

Viveros forestales, reforestación y plantaciones forestales

El vivero forestal más grande y que ha producido más planta, la mayor parte con tecnología tradicional (en bolsa), fue el Vivero Netzahualcóyotl, del Gobierno de la Ciudad de México, en la década de los 1980, con una capacidad instalada para producir 30 millones de árboles y que llegó a producir más de 29 millones. El vivero forestal más tecnificado originalmente, también del Gobierno de la Ciudad de México, fue el

San Luis Tlaxiáltemalco, en Tláhuac. Orientado a la producción tecnificada (en charolas), tiene una planta de ósmosis inversa con la que trata aguas grises y el agua resultante la emplea en riego; es el único vivero en el país con esta clase de instalación. También cuenta con grandes inyectores de fertilizante y diversos robots para la fertirrigación de sus amplias camas con planta, así como con laboratorios de nutrición, fitopatología y de análisis de semillas forestales, cámara de germinación y cuartos fríos para el almacén de semillas y para la estratificación de las mismas, además de sección para desalado, limpieza y división por tamaño de semilla automatizadas, entre otros elementos. No falta un invernadero con ambiente controlado, que originalmente incluía un sistema de calefacción, de enfriamiento y humidificación, y una malla desplazable en el techo. Tiene un sistema de llenado de contenedores a gran escala y de siembra automatizados. No todos los elementos mencionados operan en la actualidad (Castro, 2012, com. pers. Salvador Castro Zavala, 2016).

En cuanto a tecnología clonal para el establecimiento de plantaciones forestales, varios viveros de empresas privadas cuentan con viveros clonales, y laboratorios especializados, por ejemplo, Grupo Agroforestal UUMBAL S.A.P.I. de C.V., con especies de pinos tropicales de México (*Pinus caribaea*), Estados Unidos y Centroamérica, Proteak Uno S.A.B. de C.V., que clona especies e híbridos de eucalipto y teca; Agropecuaria Santa Genoveva, S.A.P.I. de C.V., para teca y Agropical S. A., de

C.V. para eucalipto y acacia. Todos estos viveros están orientados a producir planta suficiente de la más alta calidad genética, orientada a adaptación, resistencia a plagas y enfermedades, pero en especial a las mejores características de su madera (com. pers. Carlos Enrique González Vicente, 2020).

Actualmente, el gobierno federal apoya 154 viveros forestales, que produjeron 80 989 872 árboles en 2019. Se reportan 17 bancos de germoplasma forestal que resguardan 118. 5 ton de semillas; los

que tienen más almacenaje son el Jilotepec, Edo. de Méx., el Camichín de Jauja, Nay., el Atzompa, Oax. y el Ignacio Pérez, Qro., con 12, 11, 10 y 10, ton. Se reconocen 149 unidades productoras de germoplasma forestal en el país; Chihuahua tiene la mayor cantidad (15). Los principales productores de planta para reforestación, son Estado de México (13 189 083 árboles), Michoacán (7 929 500) y Durango (7 005 000). Entre 2013 y 2018, se plantaron en México 1 005 329 ha.



Figura 26. A) Plantación clonal de eucalipto de 4 años en Huimanguillo, Tabasco. Fuente: Monreal (2020). **B)** Plantación de palma africana en Palenque, Chis. (UUMBAL). Foto: Dante A. Rodríguez Trejo, 2016.

Los países con mayor superficie de plantaciones productivas son China, Estados Unidos y la Federación Rusa, con 28, 17 y 12 millones de hectáreas, respectivamente. Brasil tiene el 4º lugar y primero para América Latina (6 millones de hectáreas). Nuestro país cuenta con 230 341 ha de plantaciones forestales comerciales apoyadas por el gobierno federal. Los estados que tienen la mayor superficie con este tipo de plantaciones, son: Tabasco, Veracruz y Campeche (46 345, 35 626 y 26 608 ha, en ese orden) (Conafor, 2020).

Los árboles más utilizados en tales plantaciones, son: eucaliptos (*Eucalyptus urophylla*, *E. grandis* y *E. camaldulensis*) (Figura 26), cedro rojo (*Cedrela odorata*) y pinos (*Pinus patula*, *P. greggii* y *P. pseudostrobus*). Las plantaciones comerciales no maderables, también apoyadas por el gobierno federal, totalizan 101 577 ha. Los estados con más superficie plantada con estos fines, son Coahuila, San Luis Potosí y Zacatecas (41 353, 17 331 y 8 216 ha) (Conafor, 2020).

Cultivo catalogado de tipo agrícola, la palma africana (*Elaeis guineensis*), para uso industrial del aceite de su fruto, se considera una oleaginosa maravillosa. Sus rendimientos anuales de aceite (3.8 ton/ha), superan por mucho los de otros cultivos oleaginosos tradicionales como la canola (0.8 ton/ha), el girasol (0.7 ton/ha) y la soya (0.5 ton/ha). También explican su importancia para abatir el déficit histórico que ha tenido México para este producto. Llama la atención que la palma africana es uno de los cultivos más eficientes desde el punto de vista ambiental, ya que solo requiere 47

ton de fertilizante, 2 ton de agroquímicos y 0.5 Giga joules, por tonelada de aceite producido respectivamente; mientras que los mismos insumos para el cultivo de la canola son de 315 y 29 ton y 2.9 Giga joules, por tonelada de aceite producido, respectivamente (com. pers. Carlos Enrique González Vicente, 2020).

Actualmente, en los estados de Tabasco y Chiapas se pueden encontrar plantaciones de palma africana con un manejo altamente tecnificado que pueden producir anualmente hasta 30 ton de racimos frescos por hectárea. Sin embargo, en otros países productores, como Colombia, se tienen producciones récord de 40 ton de racimos frescos por hectárea/año. En Indonesia y Malasia se han reportado 91.7 y 63.3 ton/ha/año de racimos frescos, respectivamente (com. personal Federación Mexicana de Palma de Aceite [FEMEXPALM], 2020, CENIPALMA, 2016, Carlos Enrique González Vicente, 2020).

El género de especies introducidas a México más empleado en plantaciones forestales comerciales, es *Eucalyptus*, (18 299 ha hasta el año 2018), mientras que la especie y el género nativos del país más utilizados en plantaciones forestales comerciales, ha sido el cedro rojo (*Cedrela odorata*) (8832 ha) (Conafor, 2020, com. pers. Saúl Benjamín Monreal Rangel, 2020, y Carlos Enrique González Vicente, AMEPLANFOR, 2020). Ernesto Maurer estableció las plantaciones de árboles de navidad más extensas del país cerca de Amecameca, Edo. de Méx. (actualmente 98.8 ha), con *Pinus ayacahuite* y *Pseudostuga* sp. (com. pers. José Cibrián Tovar, 2020).

Para el desarrollo de plantaciones forestales comerciales, se han introducido a México varias especies del género *Eucalyptus*, entre las que destacan *Eucalyptus urophylla*, *E. grandis*, *E. pellita*, *E. camaldulensis*, así como el híbrido *E. urophylla* X *E. grandis* (com. pers. Carlos Enrique González Vicente, 2020).

El género de especies introducidas más plantado es *Eucalyptus*, con 18 299 ha, mientras que la especie nativa de México más utilizada en plantaciones comerciales, es el cedro rojo, *Cedrela odorata* (8832 ha) (Com. pers. Saúl Monreal Rangel, 2020 y Carlos Enrique González Vicente, 2020, Conafor, 2020).

Algunas cifras sobre producción maderable y no maderable

En el orbe se producen 1 906 769 000 m³ rollo industrial. Los principales productores son Estados Unidos (355 208 000 m³ rollo), Rusia (197 611 000 m³ rollo) y China (161 711 000 m³ rollo) (FAO, 2017; Conafor, 2020).

De 1980 a 2018, el año con mayor producción maderable en el país, fue 1985, con 9 900 000 m³ rollo. De los 9 012 035 m³ rollo producidos en 2017, 70.8% correspondió a pinos, 13.3% a tropicales comunes y 9.8% a encinos. 67.8% de tal producción fue para escuadría, postes y durmientes, 15.3% para celulósicos y 11.7% para leña y carbón. En 2017 se produjeron 25 773 ton de resina, el principal productor fue Michoacán (24 103 ton) (Conafor, 2020).

Recursos forestales

Nuestro planeta cuenta con 4 019 000 000 ha de bosques naturales. Los países con más superficie boscosa son la Federación Rusa (809 000 000 ha), Brasil (478 000 000 ha) y Canadá (310 000 000 ha). México abriga 66 000 000 ha. Las mayores tasas de deforestación anual (periodo 2010 a 2015), las presentan Brasil, Indonesia y Myanmar, con 984 000, 684 000 y 546 000 ha/año. México reporta una tasa de deforestación anual de 89 000 ha (FAO, 2017; Conafor, 2020). Otras fuentes aluden 250 000 a 500 000 ha/año.

De 137 845 138 ha con vegetación en el país, 94 513 157 ha son de vegetación primaria y el resto secundaria. Los tipos generales con mayor superficie (primaria y secundaria), son los matorrales xerófilos (56 305 010 ha) (Figura 27), seguidos por selva altas, medianas, bajas y bosque mesófilo de montaña (48 277 770 ha), y por bosques de coníferas y latifoliadas (32 431 362 ha). Los tipos de vegetación específicos con mayor superficie de vegetación primaria, son matorral desértico micrófilo (18 726 869 ha), matorral desértico rosetófilo (10 311 384 ha), bosque de encino (6 472 137 ha), selva baja caducifolia (6 152 431 ha), y pastizal natural (5 860 897 ha). Entre bosques de encino, pino y de pino-encino, totalizan 19 519 366 ha de bosques primarios. Los tipos específicos con menor superficie primaria, son matorral de pino (sin vegetación primaria, solo 262 ha de vegetación secundaria), selva mediana perennifolia (285 ha) y bosque de cedro (2 035 ha) (Conafor 2020).



Figura 27. En su conjunto, las diferentes subclases de matorrales xerófilos son el tipo de vegetación con mayor extensión en el país. Aquí se aprecian los cactos *Neobuxbaumia tetetzo* y *N. mezcalaensis*, en San Juan Raya, Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, Pue.-Oax. Foto por Dante A. Rodríguez Trejo, 2016.

Los árboles más ampliamente distribuidos y los menos

Es difícil responder a la pregunta ¿cuáles son los árboles con la más amplia distribución? Incluso no se obtendrá la misma respuesta si se responde en función del número de estados del país o en términos de superficie, además de que algunas especies están muy extendidas, pero no forman masas densas, mientras que otras pueden cubrir una menor superficie total, pero con una presencia más compacta. Asimismo, habrá menos posibilidades de cometer errores si se da respuesta a lo anterior por región ecológico-climática.

Los ambientes semiáridos, tienen como campeones al mezquite y al huizache. Hay diversas especies de mezquite, pero distintos especialistas (entre ellos Palacios, 2006) coinciden en que la más extendida es *Prosopis laevigata*, sobre 17 estados. El huizache, *Acacia farnesiana* (actualmente *Vachellia farnesiana*), también se distingue por una extensa distribución que incluye amplias zonas tropicales secas. Se localiza, en mayor o menor medida, en todas las entidades federativas del país (Pennington y Sarukhán, 2005) (Figuras 28B y C).

En las regiones tropicales y tropicales secas, la guácima o cuaulote (*Guazuma ulmifolia*) es de las especies más ampliamente distribuidas, ya que se halla en 26 estados (Figura 28D). Una de las especies tropicales con menor distribución, podría ser el cedro macho (*Sciadodendron excelsum*), ya que únicamente se ha logrado recolectar puntualmente en selvas de galería (arboledas a lo largo de ríos) en Jalisco,

Colima y Guanajuato (Pennington y Sarukhán, 2005).

El bosque de pino, encino o la mezcla de ambos, es el tipo de vegetación con mayor superficie en las regiones templado-frías nacionales. Los pinos con mayor distribución son *Pinus teocote*, y *P. leiophylla* (con base en los mapas que muestran Farjon y Styles, 1997). Este género también ocupa regiones semiáridas y tropicales. El pino dominante en las primeras es *Pinus cembroides*, y en las segundas el más difundido es *P. oocarpa*. Los de distribución más exigua son *P. maximartinezii*, con un par de pequeñas zonas descubiertas en Zacatecas, hacia 1964, y otra más en Durango hacia 2010 (González *et al.*, 2011), *P. rzedowski*, del cual quedan 12 poblaciones en Michoacán con no más de 6500 individuos (Delgado *et al.*, 1999) (Figura 28G) y, en especial, *P. radiata* var. *binata* (endémico de las islas de Guadalupe y de Cedros, B. C.). Otros árboles escasos y endémicos de la Isla de Guadalupe, son el cedro *Cupressus guadalupensis* (= *Callitropsis guadalupensis*), la palma *Brahea edulis*, así como el encino *Quercus tomentella*; este último también habita en otras pocas islas del SO de California.

Uno de los encinos más ampliamente distribuidos en el país, es el quiebra hacha, *Quercus rugosa* (Figura 28E), que se halla en 22 estados (Zavala, 1991), mientras que uno de los de menor extensión, es *Q. hintonii*, endémico del Edo. de Méx. y en riesgo (Figura 28F). El estado con mayor número de especies de encino es Jalisco, con 41 (Hernández *et al.*, 1992). Otras fuentes refieren a Oaxaca, con 48.

Entre los árboles más extendidos en el país, el madroño (*Arbutus xalapensis*), es pequeño y con corteza roja que se desprende en tiras; pocas veces forma masas densas, generalmente tiene una presencia esporádica. Es frecuente pero no abundante en bosques templado fríos, generalmente. De acuerdo con Rzedowski (1978), se encuentra en 25 entidades federativas, solo falta en las penínsulas de Baja California y Yucatán, Sonora y Tabasco.

El guérimo

Carlos Enrique González Vicente

Otros árboles menos conocidos pero que se distinguen por su ubicación poco explorada y su majestuosidad, son los llamados “guérimos” (*Populus monticola*, sinonimia con *Populus brandegeei*), que crecen en las barrancas de las estribaciones de las Sierras de San Francisco, La Giganta y La Laguna, en Baja California Sur, entre los 380 y 2042 m s.n.m. (Martínez y González, 2005).

Juan de Ugarte, misionero jesuita y explorador en la península de Baja California, quien fuera el sucesor de Juan María de Salvatierra como jefe de las misiones en esa región, dirigió varios viajes de exploración para ubicar sitios en que pudieran establecerse nuevas misiones. Para continuar con su propósito, supervisó la construcción de una balandra llamada “El Triunfo de la Cruz”, del aprovechamiento de una madera llamada guérimo, que se encontraba en la Sierra de La Giganta.

En 1721, Juan de Ugarte navegó en su balandra hacia el norte de la península

para despejar la duda sobre si ese territorio era una isla o formaba parte de una península. Se dice que la embarcación de madera de guérimo, sirvió para realizar 120 travesías durante 50 años. Durante un viaje de reconocimiento en el año de 1978, un grupo de investigadores del entonces Instituto Nacional de Investigaciones Forestales (INIF), ascendió a la Sierra de la Laguna, B.C.S. por la vertiente occidental y, antes de llegar a la cima donde prospera una conspicua población de *Pinus cembroides* var. *lagunae*, en uno de los arroyos pudieron observar un individuo de guérimo que al menos medía 30 m de altura y tenía un diámetro cercano a 2 m, seguramente centenario (Figura 28A).

A

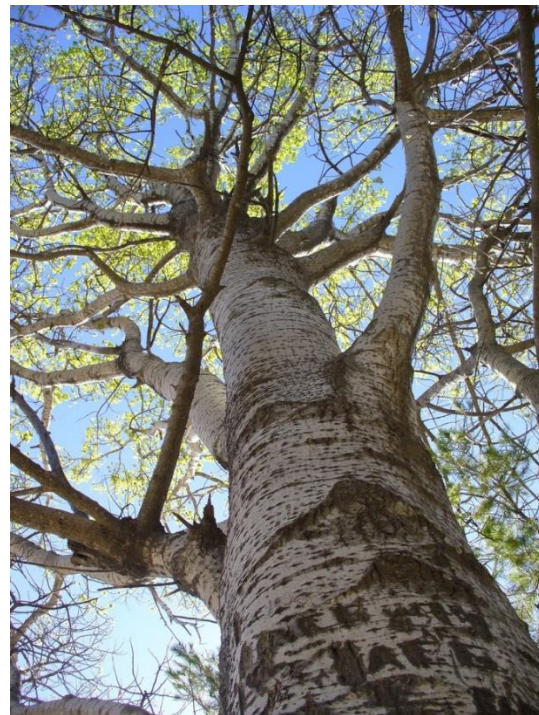


Figura 28. A) Ejemplar de “guérimo” (*Populus monticola*). Sierra de la Laguna, Baja California Sur. Foto: iNaturalist ©. J.L. León de la Luz.

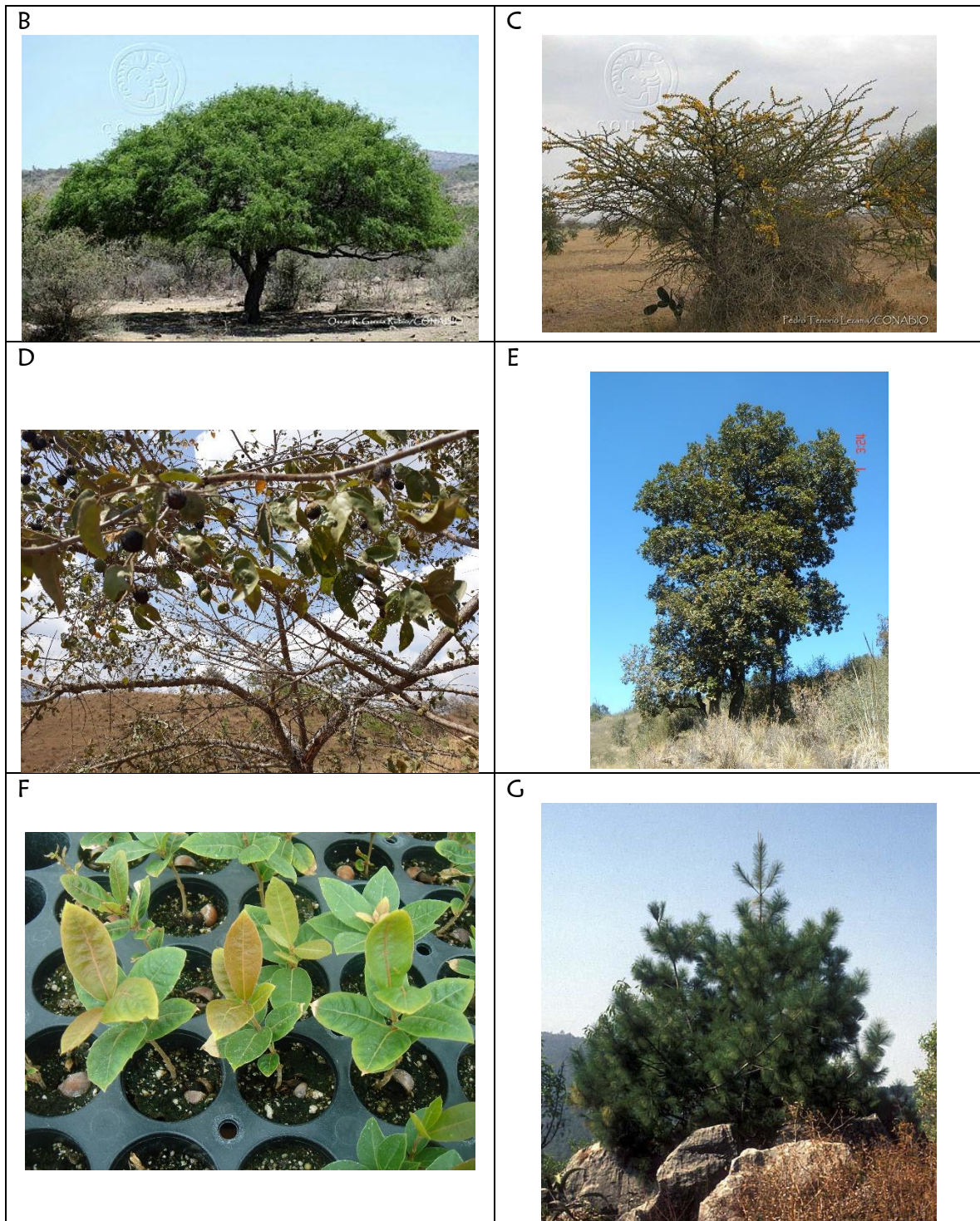


Figura 28. B) Mezquite y C) huizache, de los más comunes en zonas semiáridas y –el segundo- también en trópico seco. D) Guácima, de los más extendidos en el trópico nacional. Ejido California, Mipio. Villaflores, Chis., 2018. E) Encino muy común en México, *Quercus rugosa*. Totolapan, Edo. de Méx., 2009. F) Encino muy escaso, *Q. hintonii*, vivero Difico, UACH, 2011. G) El raro *Pinus rzedowski*, en Michoacán. Fotos: A) Óscar R. García Rubio, Conabio, B) Pedro Tenorio Lezama, Conabio. C), D) y E) Dante A. Rodríguez Trejo. F) Witt Burkhard (2008) (The Gymnosperm Data Base, 2020).

Algunas líneas sobre fauna silvestre

Todos sabemos que los ambientes que han sido mencionados hasta ahora, albergan infinidad de especies faunísticas, en las que México también es muy rico. Por ello es necesario mencionar así sea unas pocas, pero destacadas.

Dos aves voladoras alcanzan 3 m de envergadura en nuestro país, lo que las hace las más grandes en él. Ambas se encuentran o han estado a punto de extinguirse. El cóndor de California (*Gymnogyps californianus*) (Figura 29A), con 1.4 m de longitud y hasta 14 kg de peso, casi estaba extinta en México, aunque en California, Estados Unidos, es más común. Un acuerdo, entre los gobiernos de Estados Unidos y el nuestro, permitió su reintroducción en el Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir. Actualmente hay unos 35 individuos en libertad; además se trata de una de las aves voladoras más grandes del planeta. Se cree que esta ave era el carroñero por excelencia hace 9500 a 16 000 años, alimentándose de cadáveres de especies como el mamut (Morales, 2013, Conanp, 2018).

El otro titán de los aires es el jaribú (*Jaribu mycteria*) (Figura 29B), considerada también el ave más grande de México, y sobre la que pesa gran peligro de extinción, pues se estima que no llega al centenar la población que de ella tenemos. Esta ave que prefiere sabanas y pantanos, está caracterizada por contar con un pico poderoso y alcanza 1.45 m de longitud (Tory y Chalif, 1973, Morales, 2013).

Más aves inmensas: el águila arpía (*Harpia harpyja*) (Figura 29C), cuyos 2 m de envergadura, 0.9 m de longitud y 10 kg de peso, la posicionan como el águila más grande del continente. Blanca y con plumas a modo de copetes parados en su cabeza, es capaz de depredar monos en los árboles. No es para menos, sus garras son del tamaño de una mano e incluso mayores que las de un oso gris. Aunque habita desde el sur de México hasta el norte de Argentina, se estima que en la República Mexicana no queda más de una docena de ellas, debido principalmente a la destrucción de las selvas (Tory y Chalif, 1973, Morales, 2013, Bolívar, 2015).

De tamaño similar, el zopilote rey (*Sarcoramphus papa*), es un carroñero con dimensiones singulares: 0.81 m de longitud, envergadura de hasta 2 m y puede pesar 14 kg. También está en peligro de extinción (Bolívar, 2015).

Al ave más pequeña de la República Mexicana, hay que buscarla entre los colibríes, minúsculos pero hiperactivos y veloces. De acuerdo con Tory y Chalif (1973), entre los más diminutos (un mínimo de 6.4 cm de longitud cuando adultos) están el colibrí de cresta rufa (*Lophornis delattrei*) (Figura 30A) y el colibrí de cresta negra (*Paphosia helenae*, actualmente *Lophornis helenae*). En Conabio (2015), se refiere que el colibrí zumbador guatemalteco (*Athis ellioti*), del sureste del territorio nacional, puede medir solamente 6.5 cm. Esa misma fuente señala que México cuenta con 57 especies de colibríes, de las cuales 13 son endémicas del país y 18 están en riesgo.



Figura 29. Las aves más grandes del país. **A)** Cóndor de California. Foto: Miguel Ángel Sicilia Manzo, Conabio. **B)** El jaribú. Foto: Wikimedia (2020). **C)** Águila arpía. Foto: Manuel Grosselet, Conabio.

Los colibríes baten sin problemas sus alas 80 veces por segundo, pero en las maniobras de cortejo las pueden batir 200 veces por segundo. En reposo respiran unas 250 veces cada minuto y sus pulsaciones son 250 por minuto, si bien en vuelo puede rebasar 1200 pulsaciones por minuto. Son las únicas aves capaces de mantenerse estáticas en el aire o volar hacia atrás. La amplitud de movimiento de sus alas es de 180° en cualquier dirección. Debido a su acelerado metabolismo consumen muchísimo néctar de las flores, rico en azúcares. Normalmente viven un año (Morales, 2013, Galindo, 2017).

El ave más minúscula del mundo también es un colibrí, pero endémico (exclusivo) de Cuba, el pájaro mosca o zonzuncito (*Mellisuga helenae*), con 5 cm de largo y 1.8 g de peso.

El campeonato de velocidad de las aves lo comparte México con otros países gracias a un halcón de amplia distribución mundial y peregrino, como sus nombres común y científico indican, el halcón peregrino (*Falco peregrinus*) (Figura 30B). Se reproduce en Baja California e Islas de esa región, pero visita en invierno casi todo México, en especial sus costas (Tory y Chalif, 1973). Es el famoso halcón que, en picada, puede rebasar 300 km/h.

*“Sí niña, y cuando mueren los inamorado
il alma de ellos se mete en los cinzontle, pa’
seguirle cantando su cariño a tata Dios.”*

Este fue el diálogo final de la memorable película “Tizoc” (1957), después que el

indígena homónimo se suicidara clavándose en el corazón una flecha que iba dirigida a él, pero que mató a la blanca María, a quien llevaba en brazos mientras trataban de escapar de sus polarizados mundos, para vivir su amor. Este filme, interpretado por los míticos Pedro Infante y María Félix, cierra con la oración *post mortem* que alude al insigne cenizote (Figura 30C).

Su nombre, náhuatl, significa el pájaro de las 400 voces. En efecto, se han registrado 200 diferentes gorjeos en esta ave (*Mimus polyglottos*), imitando a otras posiblemente para marcar territorio y reducir competencia, pero también mimetiza ruidos no naturales y de diversa índole (Morales, 2013). Además de ser campeona de la actuación y el canto, al igual que Pedro Infante, es una especie muy adaptable.

No es posible dejar las aves sin aludir al icónico quetzal (*Pharomachrus mocinno*). Su tamaño es bastante común, 35 cm de longitud, pero las plumas verdes de su radiante y prolongada cola (70 cm) (Cruces, 2006), lo distinguen e hicieron apreciado en el mundo prehispánico.

Tan bellas y largas, las plumas de su cola se utilizaban en la confección de penachos para emperadores, como el de Moctezuma, y consideradas un bien precioso. En la República Mexicana, esta especie solo se halla en los bosques mesófilos de montaña de Oaxaca y Chiapas, si bien se extiende por América Central.

En el mundo prehispánico se castigaba con la muerte a quien mataba una de estas aves generadoras de riqueza, cuyas plumas llegaron a valorarse más que el

oro y con ellas se confeccionaban atavíos e insignias para dioses y señores. Quitaban solo las plumas de la cola a los quetzales, y les volvían a crecer (Aguilera, 1985) (Figura 30D).

El mamífero terrestre de mayor tamaño en América, con hasta 1 tonelada de peso, es el bisonte (*Bison bison*). Pero se había extinguido, como estuvo en peligro de extinción en Norteamérica durante el siglo XIX (Figura 31A).

Las tribus originarias de dicha región debían mucho al bisonte, al punto que le llamaban “dador de vida”. Venerado y respetado por su fortaleza, agilidad en manada, resistencia, era fuente de muchos bienes. Este animal les proporcionaba carne para su alimentación, vestimenta y material para sus viviendas (*tepees*) mediante su piel y pelaje, cuerda para sus arcos e hilo con sus tendones, material de construcción gracias a su osamenta, y más (Conanp, 2018).

Alrededor de 1950, Maximino Rodríguez Aguilar avistó una manada de bisontes en el norte de Chihuahua, la cual reportó al área de fauna de la Dirección General Forestal y de Caza y Pesca (com. pers. Miguel Ángel Rodríguez Trejo, 2020).

En 2009 se decreta área natural protegida a Janos, en Chih., rica en pastizales, y ese año el Parque Nacional *Wind Cave*, EE. UU., donó 20 hembras y tres machos que fueron ubicados ahí. En el presente se tiene una población de 109 bisontes (Conanp, 2018).

Otra especie que regresó de la virtual extinción, fue el lobo gris mexicano

(*Canis lupus baileyi*). A partir de 2011 se comenzó a reintroducir en Sonora y hacia 2012 en Chihuahua. Poco a poco se va teniendo éxito (Conanp, 2018).

En tierra tropical, el mayor mamífero es el tapir (*Tapirus bairdii*), en peligro de extinción. Su longitud puede ser de hasta 2.2 m y su peso de 300 kg (Figura 31B). Consume un amplio espectro de plantas (98 especies) y es un importante depredador y dispersor de semillas en selvas, manglares y otros humedales del trópico (Naranjo, 2014, Bolívar, 2015).

Se ha comprobado que come frutos y semillas del quebracho (*Acacia milleriana*), jobo (*Spondias mombin*) y amate (*Ficus* spp.), en Chiapas (Cruz, 2001), y de chicozapote (*Manilkara zapota*) en Campeche (O’Farrill *et al.*, 2006). Cuando las semillas son excretadas, tienen una mejor germinación o no se ven afectadas negativamente. En otras palabras, su aparato digestivo da un tratamiento que debilita las estructuras duras de esas simientes, el cual facilita su germinación una vez que son expulsadas.

Si de carnívoros terrestres se habla, sale a relucir el oso negro (*Ursus americanus*). Aunque no es el más grande de los osos americanos, sí es el único en México. Puede alcanzar 2.1 m de longitud y pesar más de 160 kg (Figura 31C) (Delgadillo *et al.*, 2014).

Un felino americano, también residente de México, puede ser tan imponente como un oso negro, pues es el tercer felino más grande del orbe, solo adelantado por el león (*Panthera leo*) y por el tigre asiático (*Panthera tigris*). Se trata del jaguar (*Panthera onca*).

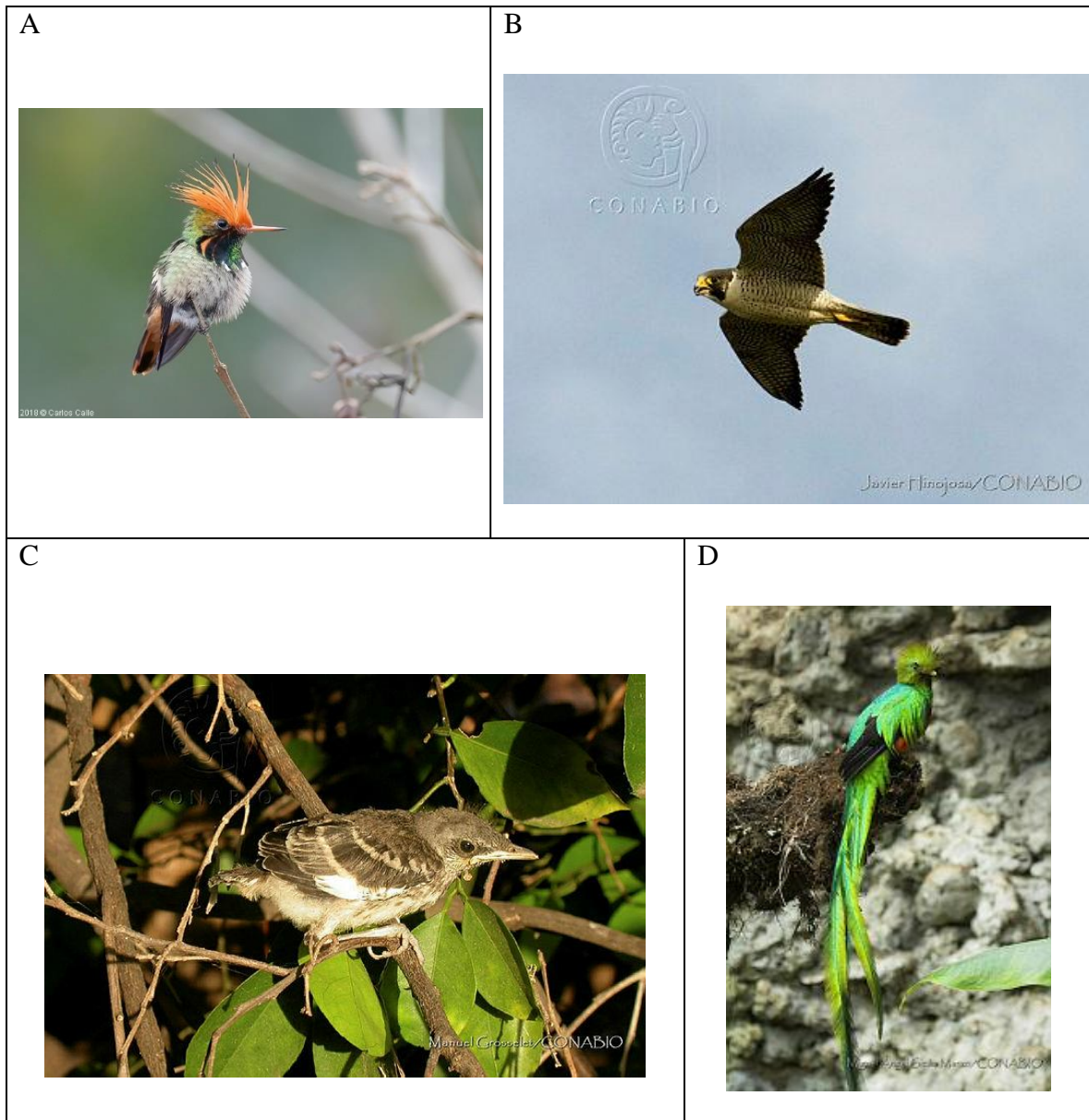


Figura 30. **A)** Una de las aves más pequeñas en México, el colibrí de cresta rufa, aquí fotografiado en Colombia. Foto: Carlos Calle, Perú Birds (2020). **B)** La más veloz, el halcón peregrino. Foto: Javier Hinojosa, Conabio. **C)** El pájaro más versátil en sus vocalizaciones, el cenzone. Foto: Manuel Grosselet, Conabio. **D)** El quetzal, con sus largas y antiguas y, literalmente, atesoradas plumas de la cola. Foto: Miguel Ángel Sicilia Manzo, Conabi

De acuerdo con Rosas y Núñez (2014) y Bolívar (2015), este enorme animal (hasta 2.4 m de longitud y 158 kg de peso), que requiere un territorio del orden de 56 km², es un hábil cazador en las muy diferentes regiones que habita, entre bosques, matorrales desérticos,

selvas y manglares (Figura 31D). En esos ambientes, se le ha registrado una variada dieta que incluye más de 85 especies, desde venados y pequeños cocodrilos, hasta los diminutos acociles (camarones), pasando por aves, tortugas y peces, presas tan disímolas como las

técnicas de caza requeridas para cada una de ellas. Localmente se sirve de una variedad menor, pero nada despreciable, alrededor de 20 especies. Sus poblaciones se han ido recuperando, pero está en riesgo (Bolívar, 2015, Galindo, 2017).

Entre los mamíferos más pequeños, está el ratón pigmeo (*Baiomys taylori analogus*), residente de la cuenca de México y el ratón más pequeño de América del Norte. Los adultos pueden tener una longitud corporal mínima de 8.7 cm, así como 3.4 cm de cola, y pesar solamente 7 g. Vive en pastizales y zonas rocosas de matorrales semiáridos (Ceballos y Galindo, 1984).

Los mamíferos más ínfimos del planeta, son las musarañas. Las especies más pequeñas miden apenas 6 cm y pesan 2 g (Santos *et al.*, 2000). Nuestro país es el hábitat de varias musarañas diminutas. Quizá las más pequeñas en él son *Notiosorex cockrumi* (3 a 6.3 g y 8.7 a 10.1 cm) y *Sorex milleri* (2.9 a 4.8 g y 9.3 a 9.5 cm) (Figura 32C). La primera habita matorrales, en particular del NE, la segunda bosques de coníferas y latifoliadas del N; es endémica y rara. Otras son: *Cryptotis nelsoni* (solo en bosques tropicales de Los Tuxtlas, Ver.), *C. obscura* (bosques de pino-encino, encino y mesófilo de la S. M. Oriental), *C. peregrina* (endémica de bosques de pino y encino de Oax.) y *Notiosorex crawfordi* (matorrales xerófilos), todas con pesos de 3 a 6 g, y longitudes de 10.1 a 10.6 cm) (Ceballos y Oliva, 2005, com. pers. Francisco J. Fregoso P., 2020).

Crocodylus acutus, el cocodrilo amarillo, es el reptil más grande del país (Figura

32A); audaz, puede atacar al ser humano (Álvarez del Toro, 1960). Está bajo protección especial. Se han registrado especímenes de 6.25 m de longitud (Álvarez del Toro, 1974, Sánchez *et al.*, 2011).

La boa (*Boa constrictor*), mide 4 m (Álvarez del Toro, 1960), pero alcanza 5.5 m y 45 kg. Está amenazada (Bolívar, 2015, Behler, 1985) (Figura 32B).

Si de serpientes diminutas se trata, pocas podrán competir con agujilla (*Epictia phenops*), de Chiapas, de aspecto metálico y tan menuda (10 cm), que se la puede confundir con una lombriz (Figura 33A). De hábitos subterráneos e inofensiva, es calumniada pues se dice que pudre la parte del cuerpo que la toca, lo cual es falso (Álvarez del Toro, 1960).

Las ranas minúsculas en territorio nacional, incluyen a las arborícolas. *Hyla plicata*, endémica y en riesgo, puede medir solo 3 cm (Figura 33B). Conocida como rana plegada, también es la que vive a mayor altitud, pues en el Iztaccíhuatl se le ha observado en charcas y estanques a más de 3700 m s.n.m. (com. pers. Miguel Ángel Rodríguez Trejo, 2011, Neyra, 2012).

La rana de boca angosta de las grandes planicies, *Gastrophyrne olivacea*, de color gris a olivo, con 2.2 cm de longitud o más, habita bosques de montaña, pastizales y desiertos al N de México. La rana grillo del norte (*Acris crepitans*), es muy común en el este de Estados Unidos, pero en México solo está en la franja fronteriza de los estados del NE. Su tamaño mínimo es 1.6 cm, prefiere pozas soleadas para vivir (Behler, 1985).

En contraparte, el sapo más grande que tenemos es el sapo gigante (*Rhinella marina* o *Bufo marinus*), de amplia distribución en el país y América. Un

individuo criado como mascota en Suecia, alcanzó de 38 cm de hocico a cloaca, 54 cm totalmente extendido, y 2.65 kg (Wyse, 1997).

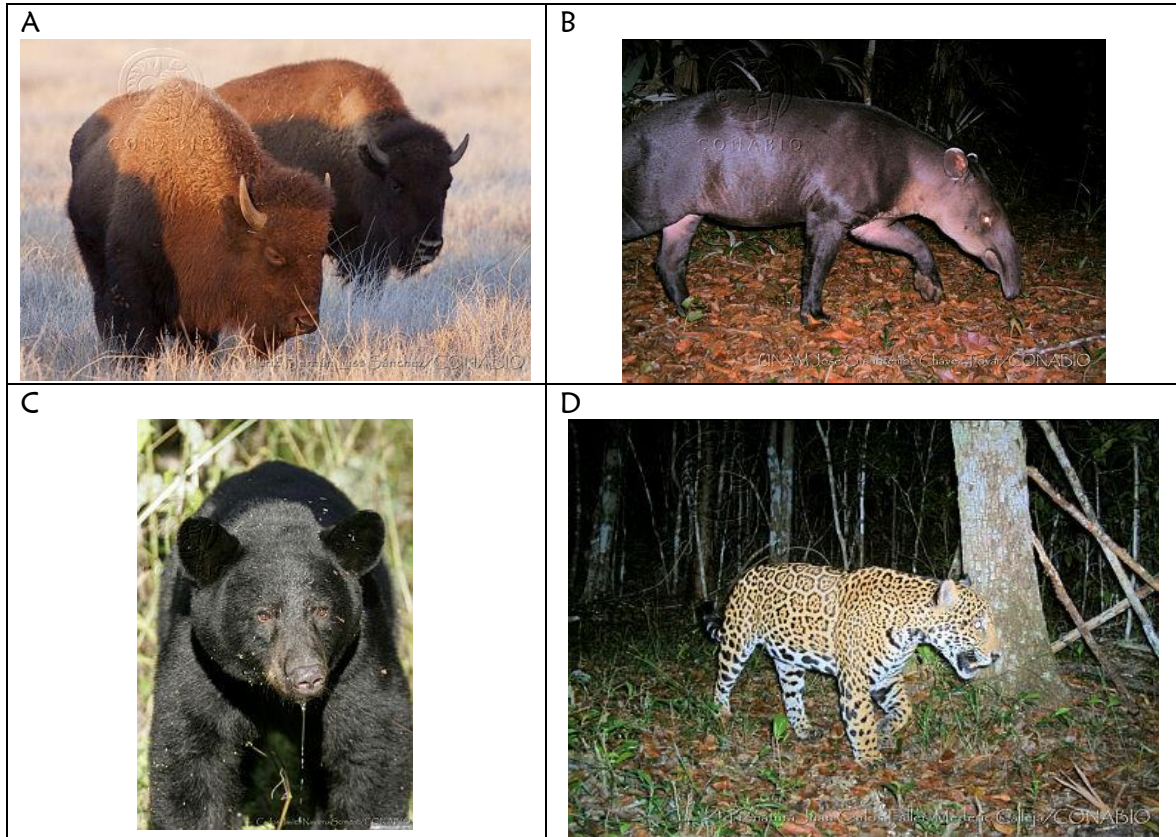


Figura 31. A) Pareja de bisontes. Foto: Rurik H. List S., Conabio. B) Tapir. Foto: José C. Chávez, UNAM, Conabio. C) Oso negro. Foto: Carlos J. Navarro S., Conabio. D) Uno de los felinos más imponentes del planeta, el jaguar. Foto: Juan C. Faller, Pronatura, Conabio.

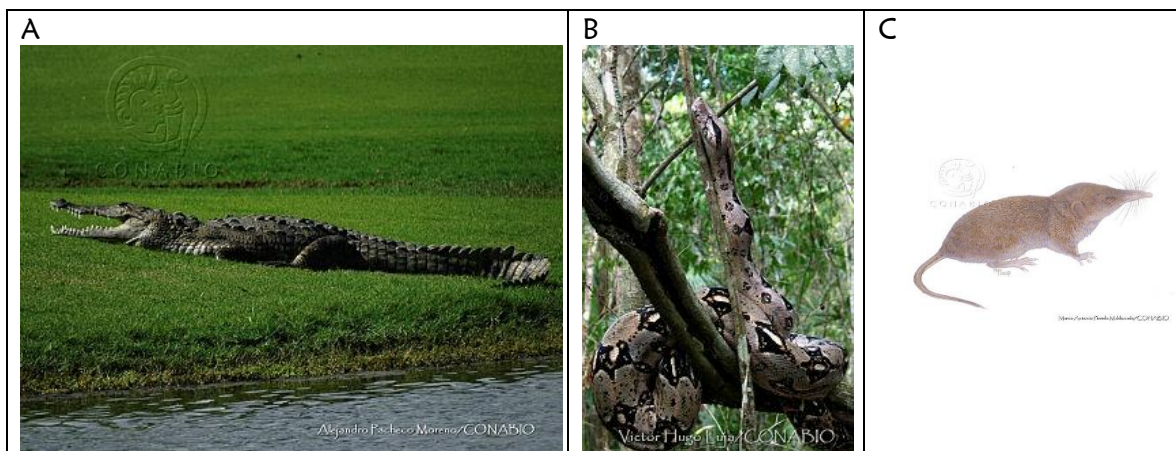


Figura 32. A) Cocodrilo amarillo. Foto: Alejandro Pacheco M., Conabio. B) Boa constrictora emperadora. Foto: Víctor H. Lija, Conabio. C) Musaraña *Sorex milleri*, una de las más pequeñas en el país. Dibujo: Marco A. Pineda M., Conabio.



Figura 33. A) La diminuta agujilla. Fuente: Álvarez del Toro (1960). **B)** Ranita arborícola en bosque de pino de las alturas, ladera sur del volcán Ajusco, CDMX, 2007. Foto: Dante A. Rodríguez Trejo. **C)** Turipache corriendo sobre el agua. Fuente: Taringa.Net (Diario El Siglo, 2014).

Cuando de tortugas se trata, el referente es una marina, el laúd (*Dermochelys coriacea*). Gigante que alcanza 2.5 m de longitud y pesos de hasta 700 kg (se habla de una de 916 kg). Es propia de todos los mares tropicales del planeta, viaja miles de kilómetros, come principalmente medusas y regresa a desovar a las mismas playas donde nació (Álvarez del Toro, 1960, com. pers. José Rico Cerda). En cambio, una de las más

diminutas es la tortuga de barro de Sonora (*Kinosteron sonoriense*), que puede ser tan pequeña como 8 cm, habita arroyos, pozas y cañadas en el norte de Sonora y SO de Estados Unidos (Behler, 1985). Apenas en 2018 se descubrió al casquito de Vallarta (*Kinosternon vogti*), de unos 10 cm, en arroyos del área de Puerto Vallarta (López *et al.*, 2018, com. pers. José Rico Cerda).

Peculiar reptil el turipache (*Basiliscus vittatus*); caracterizado por una cresta en su cabeza, otra en su espalda y una más en la cola, cada vez menos pronunciadas. Posee la capacidad de “correr” largos tramos sobre superficies de agua! (Álvarez del Toro, 1960), la cual ejerce cuando se ve en peligro. Su ligereza, velocidad y pies, anchos y membranosos, le permiten sumergirlos solo unos pocos centímetros y desplazarlos hacia atrás para impulsarse, mientras se mantiene erguido. Literalmente es una mezcla entre natación (sumergiendo solo parte de las patas) y carrera, que le permite desplazarse sobre el agua algunos metros. Varias especies de turipaches tienen esta capacidad (Figura 33C).

Entre los insectos, un titán es el escarabajo elefante (*Megasoma elephas*). Su nombre científico en latín, dice todo: gran cuerpo y elefante. De acuerdo con Galindo (2017), alcanza 12 cm de longitud, sus enormes larvas se desarrollan entre madera podrida, y en Veracruz se comen (Figura 34).

De México hasta Uruguay (además de Texas), se halla una de las mariposas de mayor extensión alar del planeta, 30 cm, la mariposa emperador (una polilla) (*Thysania agrippina*). Si bien un par de especies de Asia y Brasil comparten esa expansión alar, ambas tienen mayor superficie de alas (Figura 35A).

Sin duda la mariposa más viajera que tenemos es la monarca (*Danaus plexippus plexippus*), que inicia un periplo generacional desde el S de Canadá, para invernar en oyametales del Edo. de Méx. y Mich., luego de desplazarse 5000

km, donde yace masiva y espectacularmente sobre los árboles. Arriba a México alrededor del día de muertos, en noviembre, y permanece hasta febrero (Figura 35B y C).

La tarántula arborícola, de bosques húmedos en Veracruz, descubierta en 2014 (*Psalmopoeus victori*) (Mendoza, 2014), es de las más grandes arañas (16.5 cm de extensión con patas) en territorio nacional. Otra es la tarántula mexicana de rodillas rojas (*Brachypelma smithi*), de 18 cm (Cooper *et al.*, 2019).

Los bosques son surcados por ríos, con peces. Por ello se proporcionan algunos datos de ellos. El catán o pejelagarto (*Atractosteus spatula*), habita en grandes ríos, lagunas y penetra en aguas salobres. Es un depredador que se alimenta de otros peces y de crustáceos. Mide 1.5 m, mas puede alcanzar 3 m y 130 kg (Bolívar, 2015) (Figura 36A).

Los peces más pequeños, incluyen a los dulceacuícolas. Uno es la carpita del Salado (*Notropis saladonis*), que habita la cuenca del río Salado, tributario del Bravo. Propia de corrientes lentas de cauce principal, se halla en aguas turbias y en las claras. Aunque su longitud promedio iguala 3.2 cm, las hembras maduras pueden medir apenas 2.1 cm (Figura 36B). Existen fuentes que la consideran extinta. Otra especie minúscula, la carpita tropical (*Notropis tropicus*), con 2.9 cm (Figura 36C), vive en ríos amplios y abiertos, lodosos y arroyos sombreados, de agua clara, con vegetación, como el río Guayalijo, Tamps (Miller, 2009). Se considera endémica de la cuenca del río Pánuco.



Figura 34. El escarabajo elefante. Foto: Carlos Javier Navarro Serment, Conabio.

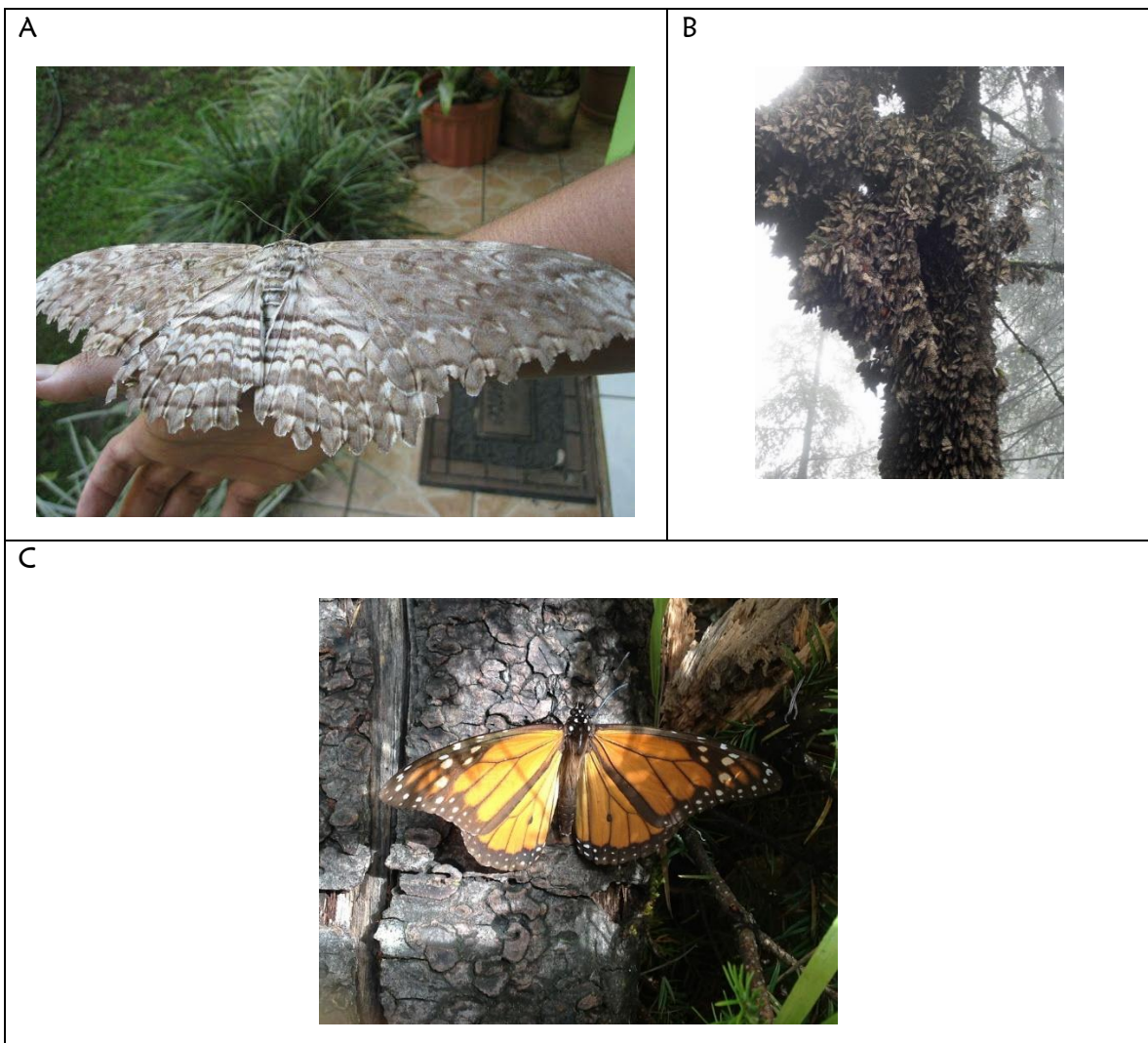


Figura 35. A) La mariposa emperador (una polilla), la más grande de México y una de las de mayor expansión alar (30 cm) en el planeta (*Thysania agrippina*). Foto: Pinterest (2020). B) y C) Mariposas Monarca en La Mesa, San José del Rincón, Edo. de Méx., límites con Michoacán. Fotos: Dante A. Rodríguez Trejo, 2013.



Figura 36. A) Pejelagarto, uno de los peces dulceacuícolas más grandes de México, habita en los ríos del sureste. Foto: Óscar Moctezuma, Conabio. De los más pequeños: B) Carpita del Salado. Foto: Eduardo Soto Galera, Conabio. C) Carpita tropical. Foto: Eduardo Soto Galera, Conabio.

Los ríos desembocan en los mares. Contra lo que pudiera pensarse, los bosques también guardan relación con el mar. Por ejemplo, incendios forestales naturales provocan que partículas de suelo y sus nutrientes sean llevadas por los escurrimientos superficiales a los ríos y a su vez a los mares. Algunos estudios han encontrado que esos nutrientes contribuyen a la base de la cadena alimenticia de los océanos. Aunque no haya incendios, las aguas

siempre llevan partículas de suelo en suspensión, cuyos nutrientes aportarán en el océano. Otra relación más sencilla: el agua que se evapora en el mar, forma nubes que van a dar a las masas continentales donde, con diferente frecuencia e intensidad, descargan lluvia en selvas, bosques y desiertos. Hay un nexo y un buen pretexto para hablar aquí un poco de animales marinos superlativos.

El elefante marino (*Mirounga angustirostris*) y el manatí (*Trichechus manatus*), se encuentran en parte de las costas del Pacífico y del Atlántico, respectivamente. Los machos del primero pueden llegar a 5 m de longitud y 2.3 ton de peso (Beer, 2004). Habita costas de la península de Baja California y Golfo de California, así como de la Reserva de la Biosfera Isla de Guadalupe. Son animales capaces de bucear hasta 28 minutos y descender a profundidades de 1735 m. Se alimentan de peces y calamares de zonas profundas, algunas especies de tiburón y rayas, entre otros (Condit y LeBoeuf, 1984, LeBoeuf *et al.*, 2000). El manatí se halla, por ejemplo, en el Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos (Conanp, 2018). Vive en costas, ríos, estuarios y canales, desde el este de Estados Unidos hasta el norte de Sudamérica, se han registrado ejemplares de hasta 4.5 m y 1.6 ton de peso. Debido a su gran tamaño, prefieren aguas con 1 a 5 m de profundidad, pero evitan mayores profundidades. Ágiles en el agua, se alimentan principalmente de pastos marinos y pueden aguantar la respiración hasta por 24 min (Rathbun, 1990, Alden *et al.*, 1998, National Geographic, 2020b).

Gran oceanógrafo, explorador marino y aventurero, el francés Jacques Yves Costeau, luego de visitar el Golfo de Baja California (Mar de Cortés) se quedó sorprendido por la diversidad de especies marinas que se pueden hallar ahí y lo llamó “el mayor acuario del mundo”. De las 80 especies de cetáceos

(ballenas, delfines y marsopas) del planeta, 42 de ellas viven o visitan con frecuencia nuestros amplios mares (Galindo, 2017).

El ser vivo más masivo que ha existido en cualquier época de la dilatada historia de nuestro planeta, mayor que el más grande de los dinosaurios (el *Argentinosaurus*), es la ballena azul (*Balaenoptera musculus*). A nivel mundial, se han llegado a registrar individuos con 33.6 m de longitud y hasta 173 ton de peso (Sears y Calambokidis, 2002). Esta gigantesca viajera (Figura 37A), visita de fines del otoño a primavera el Golfo de Baja California y se la ve en sitios como el Parque Nacional Bahía de Loreto, la Reserva de la Biosfera Islas Marías, y otros (Conanp, 2018). Es internacional, pero también mexicana.

El cachalote (*Physeter macrocephalus*), acude a nuestra porción del Pacífico y el Atlántico, se le ve en la Reserva de la Biosfera Isla San Pedro Mártir y otras áreas naturales protegidas (Conanp, 2018). Se han registrado ejemplares de hasta 24 m de longitud y se sospecha que la mandíbula que obra en poder del Museo Británico corresponde a uno con 25.6 m de longitud. Además de sus portentosas dimensiones, esta ballena es capaz de sumergirse hasta 1 km de profundidad para buscar su alimento, que consiste de especies de calamares, pulpos y similares. Su gran tamaño le permite sumergirse con más facilidad y menos gasto energético y permanecer más tiempo en las profundidades (McClain *et al.*, 2015).

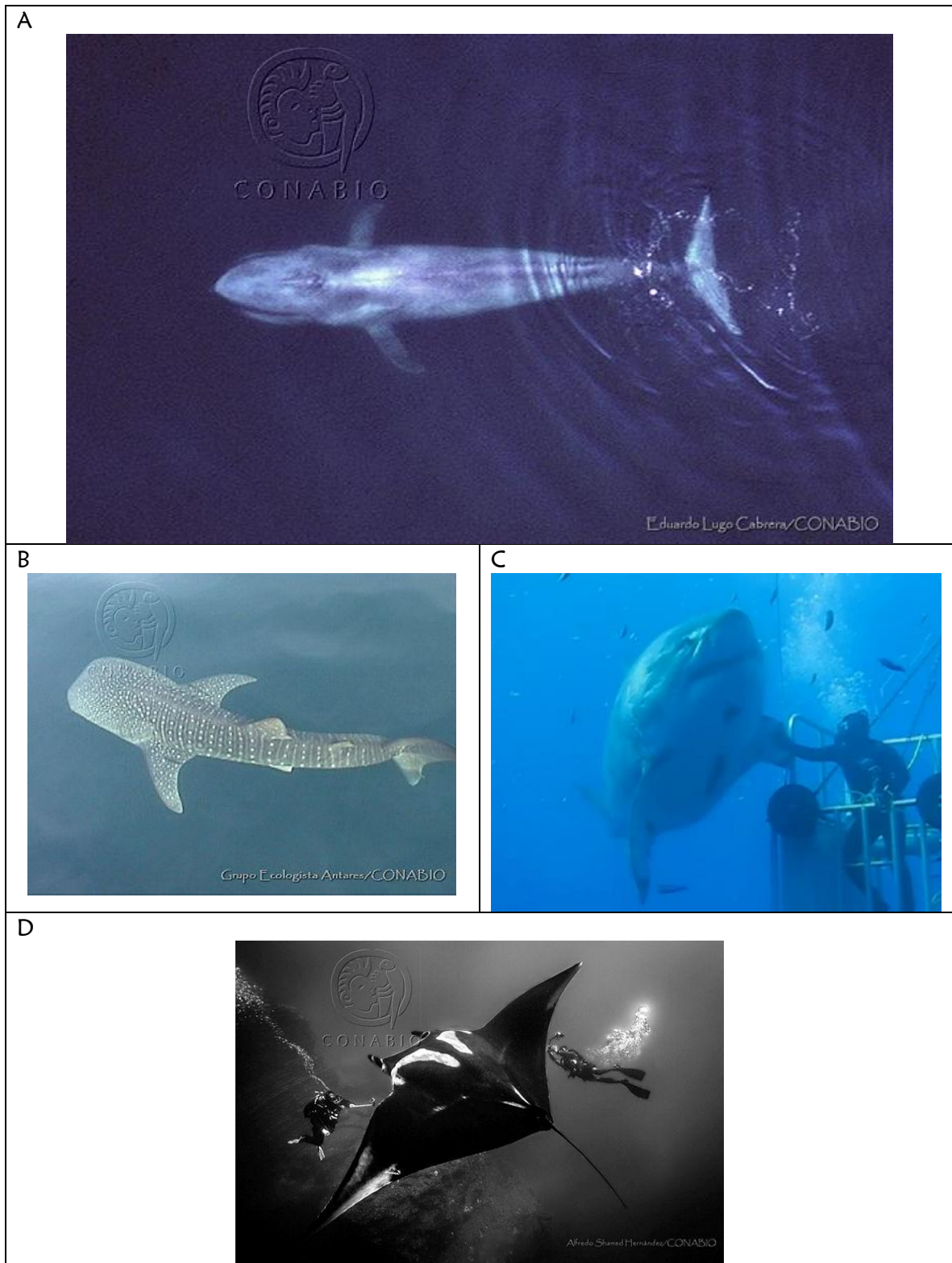


Figura 37. A) La majestuosa ballena azul. Foto: Eduardo Lugo Cabrera, Conabio. **B)** El más grande de los tiburones: el tiburón ballena. Foto: Grupo Ecologista Antares, Conabio. **C)** Deep Blue, avistada en la Isla de Guadalupe. Foto: Mauricio Hoyos Padilla, 2014. **D)** Manta gigante. Foto: Alfredo Shamed Hernández, Conabio. shamedalfredo18@gmail.com

La ballena más migratoria también nos visita. Se trata de la ballena gris (*Eschrichtius robustus*), la cual se desplaza más de 10 000 km, desde el océano Ártico hasta la bahía Magdalena, cerca de Guerrero Negro, en México, para dar a luz a sus crías. La más pequeña marsopa, la vaquita marina (*Phocoena sinus*), mide de 1.2 a 1.5 m y está gravemente en peligro de extinción (Galindo, 2017).

El tiburón más grande que existe, el tiburón ballena (*Rhincodon typus*) (Figura 37B) es otro conacional. Inclusive la única área natural protegida del planeta, dedicada a esta especie, está en nuestro país: la Reserva de la Biosfera Tiburón Ballena, en Quintana Roo, aunque también se le ve en... el Golfo de Baja California. En México alcanzan 9.5 m, pero en otras regiones se han detectado individuos con hasta 18.8 m y se habla de pesos que llegan a 34 ton (McClain *et al.*, 2015, National Geographic, 2020b).

Particular pez carnívoro por su gran tamaño, de hasta 7.13 m (McClain *et al.*, 2015) y masas de incluso 2.5 ton, el tiburón blanco (*Carcharodon carcharias*), también es avistado con frecuencia en la Reserva de la Biosfera Isla de Guadalupe, donde el Dr. Mauricio Hoyos Padilla descubrió hacia 2013 una hembra, que nombró *Deep Blue*, y que resultó ser el mayor ejemplar de esta especie (6.1 m) que ha sido videograbado y uno de los más grandes que se ha logrado encontrar (Figura 37C). Las mantarrayas (*Manta birostris*), tienen una alimentación similar a la del tiburón ballena y pueden alcanzar más de 7 m de expansión de punta a punta de

sus enormes aletas (Figura 37D) (Galindo, 2017).

Punto final para el mundo marino, será que en México se tiene el Santuario Ventilales Hidrotermales de la Cuenca de Guaymas y de la Dorsal del Pacífico Oriental. Entre sus especies está el icónico gusano gigante vestimentífero (*Riftia pachyptila*), blanco y rojo, asociado a las ventilales hidrotermales (Conanp, 2018), a kilómetros de profundidad, en un mundo donde la luz del sol no llega y por ello no existe la fotosíntesis que hacen las plantas verdes (producción de carbohidratos a partir de luz, bióxido de carbono y agua). Ahí acontece la quimiosíntesis, con los minerales emanados, junto con agua extremadamente caliente, por las ventilales hidrotermales.

Una nota de género en la profesión forestal

Carlos Enrique González Vicente y
Dante Arturo Rodríguez Trejo

Los estudios y la profesión forestales, históricamente habían sido para varones. En México, eso cambió por vez primera en la Escuela Nacional de Agricultura, hacia 1974. Dicho año egresó y se tituló, como Ingeniero Agrónomo Especialista en Bosques, Juana Marín Chávez, originaria de El Oro, Edo. de Méx. Su generación fue la 1967/1969 – 1974, denominada Ing. Gilberto Palacios de la Rosa. Este legado se refleja actualmente en que aproximadamente la mitad de los estudiantes en la División de Ciencias Forestales, UACH, son mujeres.

Entre las damas que son pioneras en la culminación de posgrados en ciencias forestales, están Beatriz Adriana Silva Torres, la primera en completar una maestría en ciencias en México (en el C.P., 1982). Posiblemente la primera forestal doctora en ciencias que completó sus estudios en México fue Rosa Martínez Ruiz (Colegio de

Síntesis de algunos hitos sobre la actividad forestal y la conservación en México

A continuación, se retoman algunos hechos notables de la actividad forestal, y unos pocos de la conservación. No se trata de un análisis exhaustivo. Simplemente se busca proporcionar unos pocos datos de interés, de entre infinidad de relevantes sucesos históricos.

De la época prehispánica, se sabe que Nopaltzin, rey chichimeca, estableció normas para prevenir incendios forestales. Netzahualcoyotl, su descendiente, el sabio monarca de Texcoco, dictó leyes a favor de la conservación de los bosques y promovió la protección de los bosques.

Durante la época colonial, el rey Carlos I dictó ordenanzas para proteger ostras y en 1539 ordenó a los encomenderos de la Nueva España plantar árboles, para el beneficio de la comunidad. Los virreyes realizaron acciones: Antonio de Mendoza, prohíbe incendios forestales (1550); Martín Enríquez, prohíbe la corta de árboles en la región de Chalco (1579); y Luis de Velasco (1592) destina la alameda central para la recreación de

Postgraduados, 2003). (com. pers. M. Amparo Borja de la Rosa, 2020). Entre las primeras forestales doctoradas en el extranjero, está Amparo Borja de la Rosa (Universidad de Nancy I, Francia, 1991). Estas pioneras, con su ejemplo, motivaron a muchas mujeres más y hoy día son numerosas las damas con posgrados forestales y en áreas afines.

los habitantes de la Ciudad de México. Desde España, Carlos III establece que en todas las tierras del reino se requiere de permisos para cortar árboles, y que tres debían ser plantados por cada árbol cortado (1765). Carlos IV dicta ordenanza para conservar bosques costeros (1803) (Simonian, 1995).

El gobierno mexicano prohíbe a extranjeros la caza de animales de piel (1824) y en 1856 denomina reserva forestal al Desierto de los Carmelitas (después Desierto de los Leones). La Fábrica de Papel Loreto abre en 1825, y se agrega “Peña Pobre” en 1929. Hacia 1861, el Presidente Benito Juárez García decreta la primera ley forestal del gobierno independiente. Un año más tarde, el gobernador de Baja California, Teodoro Riveroll, dicta otra ley donde se requiere permiso del gobierno para cortar árboles, en tierras públicas o privadas. Porfirio Díaz decreta otra ley forestal (1894), que considera también a la fauna silvestre y en 1910 establece una zona forestal protegida en torno al valle de México (Simonian, 1995).

La Junta Central de Bosques y Arbolados, propuesta por Miguel Ángel de Quevedo, cristaliza en 1904. Después se transformará en el Departamento de

Bosques de la Dirección General de Agricultura. En 1906, Quevedo instala el primer vivero forestal en Coyoacán, D. F. Se crea el Buró de Estudios Biológicos (1915), que un par de años más adelante establece jardines botánicos en Chapultepec e inicia la construcción del zoológico (1923). Es creada la Dirección Forestal y de la Caza y Pesca en la Secretaría de Agricultura y Fomento en 1917. Ese año, Venustiano Carranza decreta el primer Parque Nacional (Desierto de los Leones). Un año más tarde, la Fábrica de Papel Loreto instala tres viveros en el Distrito Federal (D. F.), y al siguiente, inicia reforestación en Cuajimalpa. 1920 representa el inicio del inventario de las selvas del sureste. El presidente Álvaro Obregón crea el primer refugio de fauna silvestre, la Isla Guadalupe (1922). Ese año, se logra desarrollar en forma la fijación de médanos de Veracruz, con plantaciones de casuarina, por iniciativa de Quevedo. La considerada primera Ley Forestal se publica en 1926. Tres años más tarde, inicia su actividad la Unión Nacional de Resineros. Se decreta la creación del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, (1932). Invitado por el presidente Lázaro Cárdenas, Quevedo encabeza el recién creado Departamento Autónomo Forestal y de Caza y Pesca en 1934. Entre 1935 y 1940, Cárdenas establece 40 parques nacionales. Ese último año, decreta una ley de caza (Gutiérrez, 1989, Simonian, 1995).

La primera Convención Nacional Forestal se celebró en el Palacio de Bellas Artes en 1941. Entre 1942 y 1983 ve la luz, en Durango, la mítica revista divulgativa *El Mensajero Forestal*. Queda

aprobada y registrada la constitución de la Cámara Nacional de las Industrias Forestales en 1944. 1945 es testigo del Primer Congreso Nacional Forestal. Hasta 1985 se celebraría un Congreso Mundial Forestal en México. En 1945, se establece la primera Unidad Industrial de Explotación Forestal, en favor de la Compañía Industrial de Atenquique, en Jal. Un año después, el presidente Manuel Ávila Camacho decreta la ley de conservación de suelo y agua. La primera veda, para la candelilla, se establece en 1947 y al año siguiente se declara veda total e indefinida para Sonora, Chihuahua, Sinaloa y Durango. En 1951 se crean la Subsecretaría de Recursos Forestales y de Caza, adscrita a la Secretaría de Agricultura, así como las Delegaciones Forestales en todo el país. Enrique Beltrán funda el Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables (1952) (Gutiérrez, 1989, Simonian, 1995).

Fibracel inicia plantaciones comerciales para abastecer la industria de tableros aglomerados en Cd. Valles, S.L.P. Se inauguran las instalaciones del INIFAP en Coyoacán, D. F. (1958). Hacia 1960 se publica el Método Mexicano de Ordenación de Bosques. Año 1963: la Cámara Nacional de la Silvicultura e Industrias Derivadas, sustituye a la cámara anterior. Se da comienzo a preparación del terreno con maquinaria pesada y reforestación en el ejido San Marcos, Mpio. Chalco, Edo. de Méx., por el Dpto. de Divulgación. Más tarde este proyecto se denominará Barrera Forestal de Oriente (1967). El mismo año, se celebra en la E.N.A. el Primer Simposio sobre Enseñanza Forestal Superior en México (Gutiérrez, 1989).

Gonzalo Halffter funda el Instituto de Ecología (1974) y Arturo Gómez Pompa es el primer director del INIREB, Instituto Nacional para la Investigación de Recursos Bióticos (Simonian, 1995). Desde 1979, la Ciudad de México inicia la propagación de especies forestales, con el vivero Netzahualcóyotl, y al año siguiente reforestaciones, ambas masivas, en su territorio.

Después de la veda forestal de 1947 para el Edo. de México, en 1969 el gobierno estatal decreta la creación del organismo público descentralizado Protectora e Industrializadora de Bosques (Protinbos) y el gobierno federal deroga la veda en 1970. Al año siguiente se da la autorización para beneficiar 150 000 m³ de pino, 50 000 m³ de oyamel y 25 000 m³ de encino y maderas dañadas por plagas e incendios (Sánchez, 1990). Protinbos se desincorpora en 1990 y da lugar a Probosque (Protectora de Bosques).

Hacia 1995 el presidente Carlos Salinas de Gortari prohíbe la caza de tortugas marinas (Simonian, 1995).

Con el antecedente de la Sociedad Forestal Mexicana, creada por Miguel Ángel de Quevedo durante 1921, 1945 atestigua el nacimiento de la Sociedad Dasonómica Mexicana y 1951 el de la Asociación Mexicana de Profesionales Forestales (AMPF), con el lema "Por México y sus Bosques". La Academia Nacional de Ciencias Forestales (ANCF), se funda en 1976 con el lema "Siembra un futuro". En 1993 nace la Sociedad Mexicana de Recursos Forestales (Somerefo), con el propósito de impulsar investigación, educación e

innovación forestales. Estas últimas tres agrupaciones siguen vigentes.

Forestal XXI, revista fundada por Luis Sangri Namur, ve la luz en 1998 y continuó su publicación hasta hace pocos años. Fue memorable ventana de las actividades de la profesión, y novedades en ciencia y tecnología forestales.

Hacia 1992 se crea la Conabio (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). En el año 2000 se forma la Conanp (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas), para proteger el capital natural de México. En 2001, se decreta el organismo público descentralizado Conafor (Comisión Nacional Forestal), para desarrollar, favorecer e impulsar las actividades productivas, de conservación y restauración forestal, entre otras funciones. Impulsa las plantaciones forestales comerciales, el manejo forestal comunitario, el manejo integral del fuego y la restauración de ecosistemas forestales, por señalar algunas de sus más relevantes acciones.

Entre las obras bibliográficas clásicas y destacadas que resultan de gran interés para el ámbito forestal, están la *Vegetación de Chiapas*, por Faustino Miranda (1952), *Animales Silvestres de Chiapas*, de Miguel Álvarez del Toro (1952), además de *Los tipos de Vegetación de México y su Clasificación* (Miranda y Hernández-Xolocozi, 1963) y *Fauna Silvestre de México*, de Starker Leopold (1959). *Vegetación de México*, por Jerzy Rzedowski (1978), obra atemporal e imprescindible, clasifica la vegetación y

la enmarca en dimensiones ecológica, climática y la topográfica, además de la influencia del ser humano sobre ella. *Árboles Tropicales de México*, de Terence D. Pennington y José Sarukhán K. (1968), es un libro clásico e indispensable para cualquier profesional o investigador que aborde regiones tropicales. Otras grandes obras de fauna silvestre, sin agotar la relación, son: *Los Reptiles de Chiapas*, así como *Las Aves de Chiapas* (Miguel Álvarez del Toro, 1960, 1971), *A Field Guide To Mexican Birds* (Roger Tory Peterson y Edward L. Chalif, 1973), *Mamíferos Silvestres de la Cuenca de México* (Gerardo Ceballos González y Carlos Galindo Leal, 1984), *Los Mamíferos Silvestres de México* (Gerardo Ceballos González y Gisselle Oliva, coords., 2005) y *Ecología y Manejo de Fauna Silvestre en México* (Raúl Valdez y J. Alfonso Ortega, S., eds., 2014). Interesantes, amenos, y generosamente ilustrados, son *Muestrario de Aves Mexicanas. Las más Bellas, Singulares y Divertidas* (Juan José Morales Barbosa, 2013), *Mexicanos por Naturaleza* (Carlos Galindo Leal, 2017) y *Colores de la Selva. Fauna y Flora de Tabasco* (Ramón Bolívar, coord., 2015). Es larga la lista de obras más recientes y relevantes en materia de conocimiento de vegetación y fauna silvestre, pero todas ellas culminan con el gigantesco *Capital Natural de México*, coordinado por José Sarukhán (2006) y en el que participaron decenas de investigadores.

También es larga la relación de obras típicamente forestales, que posiblemente inicia con *Algunos Aspectos del Problema de Sanidad Forestal en México*, de José Verduzco Gutiérrez (1952). Libros

invaluables resultaron el *Texto Guía Forestal*, de Alberto Gutiérrez Palacio (1970), reeditado en 1989, y *Protección Forestal*, también de Verduzco Gutiérrez (1976). En el campo de la sanidad, las contribuciones *Insectos Forestales de México y Enfermedades Forestales de México*, por David Cibrián *et al.* (1995, 2007), con excelente información científica y ricamente ilustradas por Leticia Arango Caballero, son históricas; al igual que indispensables las de *Producción de Árboles y Arbustos de Uso Múltiple* (Luis Pimentel Bribiesca, 2009) y *Metodología de la Reforestación* de Miguel Á. Capó Arteaga (2015). En el ámbito del manejo forestal, no se puede dejar de referir las valiosas contribuciones de Martín Mendoza Briseño (1993, *Conceptos Básicos de Manejo Forestal*) y Hugo Ramírez Maldonado (2017, *Manual para la Elaboración de Programas de Manejo Forestal Maderable en Clima Templado Frío*). El área de incendios, ha recibido aportes, además de las obras de Gutiérrez y Verduzco, ya señaladas, como las de Rodríguez Trejo (1996, *Incendios Forestales*, y 2014 y 2015, *Incendios de Vegetación*, tomos 1 y 2), mas las coordinadas por: Lourdes Villers Ruiz y Jorge López Blanco (2004, *Incendios Forestales en México. Métodos de Evaluación*), José Germán Flores Garnica *et al.* (2006, *Incendios Forestales*), y Flores Garnica (2009, *Impacto Ambiental de Incendios Forestales*). Una excelente obra de divulgación que sintetiza datos esenciales sobre los ecosistemas forestales del país y que los plasma con abundante arte, en particular fotografía, es *Floresta Mexicana* (2014, coordinada por Armando Gómez

Guerrero y Juan Ignacio Valdez Hernández). Es conveniente recordar que todos los libros recordados en el presente párrafo, representan solo una porción de los numerosos tratados existentes, generados por diversas instituciones.

Para conocer y comprender la historia de la conservación en México, es necesario leer *Defending the Land of the Jaguar*, de Lane Simonian (1995). Sin duda la biblioteca más ambiciosa y rica sobre temas agrícolas y que incluye diversas cuestiones forestales y de conservación, es la Biblioteca Básica de Agricultura, que fundó y dirige Said Infante Gil, de la Editorial Colegio de Postgraduados. Algunos de los libros referidos en el presente documento, pertenecen a tan valiosa colección.

Las revistas técnicas y científicas mexicanas del área forestal, inician con *México Forestal* (creada por Quevedo, hacia 1909, que luego cesa y reaparece en 1923) y el *Boletín del Departamento Forestal y de Caza y Pesca* (1934, del Departamento homónimo). Se suceden la icónica *México y Sus Bosques* (1962, AMPF) y *Bosques* (1963, Subsecretaría Forestal y de la Fauna), que después cambiaría a *Bosques y Fauna*. 1961 es el inicio de la publicación de boletines divulgativos del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales (INIF), publicaciones especiales y, después, la revista *Ciencia Forestal* (Gutiérrez, 1989) (hoy *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*). Los primeros antecedentes de la *Revista Chapingo*, datan de 1927 (CORI, 2001), con épocas posteriores, como la de 1941 (Florez, 1996). Resurge en 1976, e incluye un artículo forestal.

En 1995, de la anterior se ramifica la *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales*, que luego añadiría a su título: *y del Ambiente* (Universidad Autónoma Chapingo). Otras publicaciones relevantes son *Dasonomía Mexicana* (1981, ANCF), que ya no se edita, y *Madera y Bosques* (1995, Instituto de Ecología), además publicaciones agrícolas y biológicas valiosas que cotidianamente publican artículos científicos forestales, como *Agrociencia* (1966, Colegio de Postgraduados), mas las revistas multidisciplinarias. La figura 38, exhibe la portada de algunas publicaciones pioneras.

De acuerdo con la Somerefo (2020) y com. pers. de Mario Fuentes Salinas (2020), actualmente, se ofrecen por lo menos 39 carreras forestales en 18 entidades federativas. En Oaxaca hay cinco y en el Estado de México, Puebla y Veracruz, cuatro en cada una. Veintitrés son ofrecidas por universidades y 16 por Institutos Tecnológicos. Los Institutos Tecnológicos que ofrecen la carrera de Ingeniería Forestal, son los de(l): Chiná (Cam.), El Salto (Dgo.), la Zona Maya (Othón P. Blanco, Q. Roo), la Zona Olmeca (Villa Ocuilzapotlan, Tab.), Valle de Morelia (carretera Morelia-Salamanca, Mich.), Valle de Oaxaca (Santa Cruz Xoxocotlán, Oax.), además de los Institutos Tecnológicos Superiores de: Irapuato (Gto.), Jesús Carranza (Ver.), Sierra Norte de Puebla (Zacatlán, Pue.), Las Choapas (Ver.), Perote (Ver.), San Miguel El Grande (Tlaxiaco, Oax.), Venustiano Carranza (Villa Lázaro Cárdenas, Pue.), Zacapoaxtla (Pue.), Zongolica (Ver.), y

el Tecnológico de Estudios Superiores Valle de Bravo (Edo. de Méx.).

Las Universidades Autónomas que imparten la carrera en Ingeniería Forestal, son: Agraria Antonio Narro (Saltillo, Coah.), Chapingo (Edo. Méx.) (además de Ingeniería en Restauración Forestal e Ingeniería Forestal Industrial), de Chiapas (Huehuetán y Palenque, Chis.) (más Ingeniería en Sistemas Forestales), de Chihuahua (Delicias, Chih.), de Nuevo León (Linares, N.L.), de San Luis Potosí (S.L.P.), del Estado de Hidalgo (Tulancingo, Hgo.), Intercultural de Sinaloa (Choix y Mochicahui, Sin.) (además de Ingeniería Forestal Comunitaria). También imparten la carrera en Ingeniería Forestal las Universidades: de la Sierra de Juárez (Ixtlán de Juárez, Oax.) (además de Ingeniería en Tecnología de la Madera), del Mar (Santa Catarina Juquila, Oax.), y la Intercultural del Estado de Guerrero (Malinaltepec, Gro.). La carrera de Ingeniería Forestal Comunitaria también es ofrecida por las Universidades: Intercultural del Estado de Puebla (Pue.), Intercultural Indígena del Estado de Michoacán (Pichátaro, Mich.), y la Universidad para el Bienestar Benito Juárez García (Tepehuanes, Dgo. y Los Altos, Sin.). La Ingeniería en Ciencias Forestales, la ofrece la Universidad Juárez de Durango (Dgo.), la Licenciatura en Tecnología de la Madera, la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (Cd. Hidalgo y Uruapan, Mich.) y la Ingeniería en Manejo Forestal Sustentable, la U. Tecnológica de la Tarahumara (Guachochi, Chih.).

El Colegio Nacional de Agricultura inició actividades en 1854, donde estuviera el convento de San Jacinto, Cd. de Méx. Cerró en 1914 a causa de la Revolución. Dos años más tarde abre el Ateneo Ceres, en el centro de la Ciudad de México y en 1919 se retoman actividades en San Jacinto. Es en 1923 que la Escuela Nacional de Agricultura cambia su sede a la ex hacienda de Chapingo, muy cerca de Texcoco, Edo. de Méx. (Anaya *et al.*, 2004), donde continúa en la actualidad como Universidad Autónoma Chapingo.

Hacia 1909 abre la Escuela Nacional Forestal en Tacubaya, D. F., que vería varios cierres, cambios y reaperturas, para ser clausurada definitivamente en 1926, sus egresados eran peritos forestales. De 1930 a 1935, la UNAM ofrece la carrera de Ingeniero Forestal. En 1936 comienzan las actividades del Instituto de Investigaciones y Enseñanza Forestal y de Caza y Pesca en la UNAM, que expedía títulos de pasantes de ingeniería forestal. Entre 1934 y 1935, se crea la carrera de Ingeniero Agrónomo Especialista en Bosques en la E.N.A., que se reestructuraría en 1957, con la creación del Departamento de Enseñanza, Investigación y Servicio en Bosques. A su vez, cambió a División de Ciencias Forestales hacia 1984 (Gutiérrez, 1989). Previamente (1974), la E.N.A. se había transformado en la UACH (Figura 39).

A partir de 1936 se realizan exámenes profesionales para obtener el grado de Ingeniero Agrónomo Especialista en Bosques en la E.N.A. Las primeras tesis profesionales (en orden alfabético), se presentaron tal año, por Humberto D.

Barbosa (Qué significa y cómo debe ser para México la ordenación de sus bosques), Felipe Burgos Martínez (Estudio agronómico forestal, montes de la hacienda de Chapingo), y Manuel Rodríguez V. (Proyecto de vialidad en los montes de la hacienda de Sabanera, Singuilucan, Hgo.) (Castaños, 1963).

El año 1943 marca el inicio de la Escuela de Guardas y Técnicos Forestales, en Uruapan, Mich., y 1959 el de la carrera de Técnico Maderero Industrial en el Instituto Tecnológico Regional de Durango.

En 1973, se crea el Instituto de la Madera, en la Universidad Michoacana San Nicolás de Hidalgo. Al siguiente año, en la Universidad Autónoma de Chihuahua, ve la luz la Especialidad de Bosques. En 1975 se forma el Instituto de la Madera, Celulosa y Papel en la Universidad de Guadalajara. 1974: el Centro de Estudios Tecnológicos Forestales No. 1 de El Salto, Dgo., evoluciona a nivel licenciatura transformándose en el Instituto Tecnológico Forestal. Hacia 1977, en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, se crea la carrera de Ingeniero Forestal; la Escuela de Agrobiología también crea la carrera Ingeniero Agrónomo Especialista en Bosques (Gutiérrez, 1989, Simonian, 1995).

Es posible que el primer forestal mexicano en ostentar el grado de *Master of Sciences*, haya sido Camilo del Moral, en la Universidad de Cornell, hacia 1925 (Anónimo, 1963). Marco Ramírez Genel, Ing. Agrón. Esp. en Bosques, egresado de la E.N.A. y especialista en

parasitología forestal, fue el primer forestal que se doctoró; lo hizo en parasitología agrícola en Estados Unidos, posiblemente a fines de los 1950. El primer Doctor en Ciencias Forestales, fue Hugo Manzanilla Bolio, quien obtuvo su grado en Gottingham, Alemania, en 1980 (com. pers. Miguel Caballero Deloya, 2020). El segundo doctorado en el área, fue Miguel Caballero Deloya, quien obtuvo el grado de Doctor en Ciencias (Ph. D.) (Colorado State University, 1981), previamente el de *Master of Science* de la Universidad de Carolina y fue el primer especialista en genética forestal. Posee una variada, rica y dilatada trayectoria como funcionario público, en instituciones de investigación y enseñanza, además de profesor-investigador. Ha sido el único profesional dos veces director del INIF.

Los estudios de posgrado en ciencias agrícolas comienzan con el Colegio de Postgraduados, en 1959, integrado a la Universidad Autónoma Chapingo. El Colegio se independiza como organismo público descentralizado en 1979. Ese mismo año ingresa el primer estudiante de la maestría en ciencias forestales, adscrita a la Rama de Botánica: Enrique Serrano Gálvez, quien obtendría su grado en 1981 (com. pers. Enrique Serrano Gálvez, 2020), más adelante se doctoraría en el extranjero. Dos estudiantes ingresan al programa de doctorado en ciencias forestales del C.P. hacia 1997. Ambos se graduaron. Uno de ellos, Carlos César Maycotte, obtuvo el doctorado en 2002 (com. pers. Patricia Hernández de la Rosa, 2020).



Figura 38. A) Revista *México Forestal* y B) un artículo de Miguel Ángel de Quevedo publicado en ella (1928). C) El primer ejemplar impreso de *México y sus Bosques* (la época I se publicó mimeografiada). D) y E) Algunos números tempranos de *Bosques* y del *Boletín de Divulgación del INIF*. F) Primer número de la *Revista Chapingo*, en su nueva época.

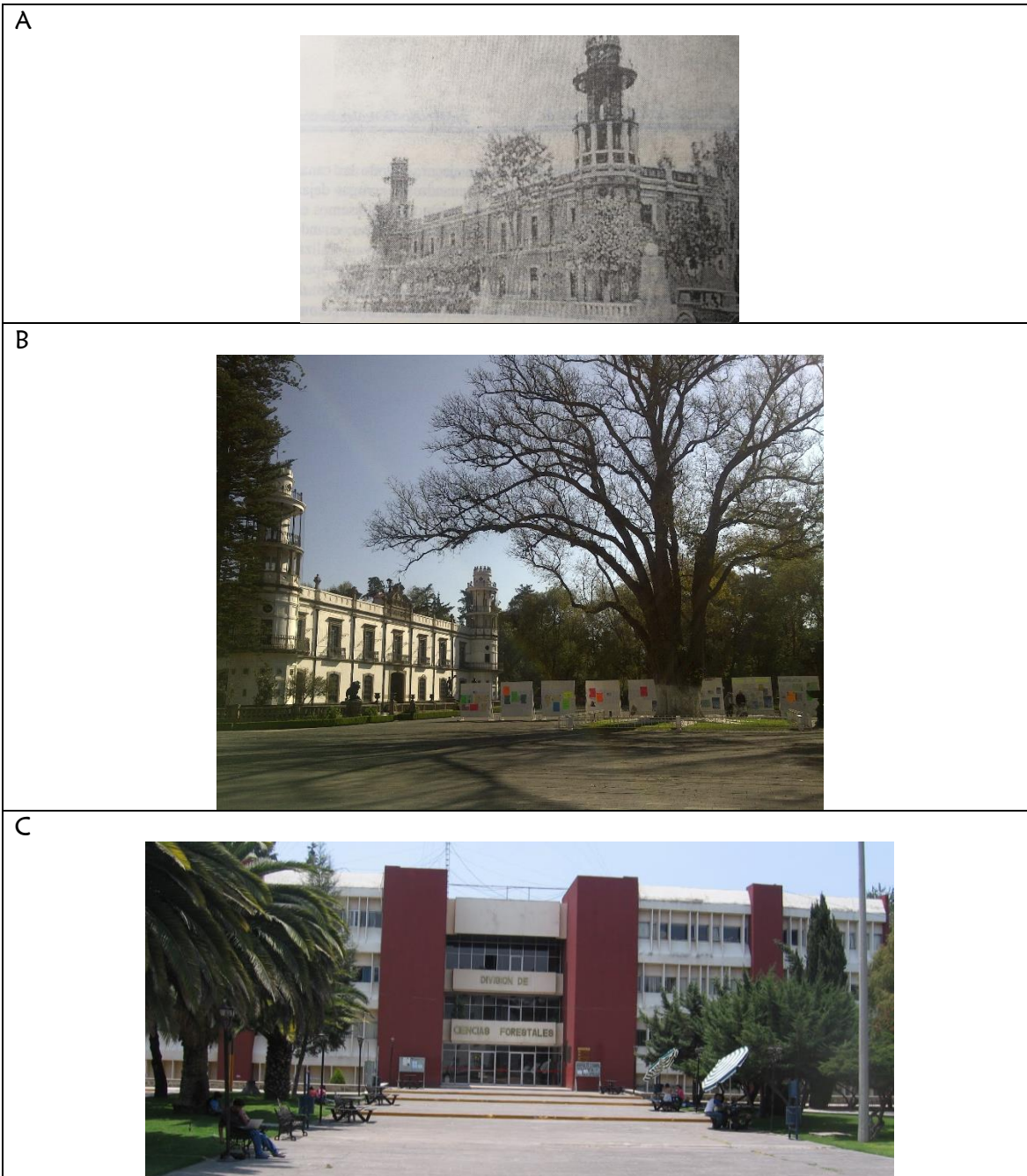


Figura 39. La UACH tiene la carrera forestal más antigua en México (86 años). Inicia en 1934-1935, en la ENA, con la carrera de Ingeniero Agrónomo Especialista en Bosques, sigue en 1957 con el Departamento de Enseñanza, Investigación y Servicio en Bosques, y hacia 1984 con la División de Ciencias Forestales (Dicifo), que persiste hoy. En 1974, la ENA cambia a UACH (UACH, 2020, Ocegüera, 1992). **A)** Procedente del exconvento de San Jacinto, CDMX, donde se originó en 1854, la ENA reinició clases en su nueva sede, la exhacienda Chapingo, el 1 de mayo de 1924 (González, 2000). El casco, hoy edificio Marte R. Gómez, fue diseñado por Antonio Rivas Mercado, al igual que la Columna de la Independencia. **B)** Vista actual del edificio principal, con el árbol de los acuerdos al frente. **C)** La Dicifo. A) González (2020), B) Dante A. Rodríguez T. (2012), C) UACH (2020).

México país de leyes forestales

Carlos Enrique González Vicente

Los antecedentes del marco jurídico forestal mexicano son muy amplios y se nutren tanto de la Época Pre Colonial como de la Colonia, con una fuerte influencia del marco legal del Viejo Mundo y que impuso, por supuesto, en sus colonias. De la Época Pre Colonial, destacan dos ordenamientos: el establecido por el monarca chichimeca Nopaltzin (reinó de 1322 a 1363), orientado a proteger los bosques y a regular la caza; que en su primera ley dispuso que *“ninguno fuera osado a poner fuego en los campos y montañas si no fuese con su licencia y en caso necesario, so pena de muerte”*. El segundo correspondió a Netzahualcóyotl, rey de la ciudad estado de Texcoco (periodo 1431-1472). De 80 leyes que promulgó, una prohibió el aprovechamiento de los bosques reales so pena de castigo severo a los transgresores e hizo compatibles los requerimientos de urbes con las condiciones naturales del ambiente (Moguel, 1979).

Bajo el gobierno colonial, fueron proclamadas varias leyes forestales, formando un código forestal definido, intentando la protección de los bosques públicos y privados (Gill, 1931). Con el devenir de la Conquista, España introdujo su patrimonio jurídico. Las disposiciones relacionadas con la actividad forestal arrancan del Fuero Juzgo, el Fuero Real y de la Ley de las Siete Partidas de Alfonso X El Sabio (quien reinó de 1252 a 1284).

La Ley de las Siete Partidas, inspirada en el derecho romano, las disposiciones

legales y costumbres de la península Ibérica, entre otros, fueron la base del pensamiento jurídico español durante el bajo Medievo (Moguel, 1979). Este ordenamiento estableció (Ley No. 3, Título 11, Partida 2ª): *“Acucioso debe el rey ser en guardar su tierra de manera que no se yermen las villas ni los otros lugares, ni se derriben los muros ni las torres ni las casas por mala guarda. Y otrosí, que los árboles ni las viñas, ni las otras cosas que los hombres viven no las corten, ni las quemén, ni las desarraiguen, ni las dañen de otra manera, ni aún por enemistad que tengan los unos contra los otros. Otrosí la deben guardar de los enemigos de fuera, de manera que no puedan en ella hacer daño”*.

La ley estaba referida a árboles frutales, pero Gregorio López, en su glosa, entendía que su disposición debería hacerse extensiva a todos los árboles, fueran o no frutales y añadía que todos los árboles daban fruto según su género. En la Ley No. 9 se leía: *“Apartadamente son del común de cada ciudad o villa, ...y los arenales que están las riberas de los ríos, y los otros ejidos y las correderas donde corren los caballos y los montes y las dehesas y todos los otros lugares semejantes de estas que son establecidos y otorgados para provecho comunal de cada ciudad o villa o castillo u otro lugar, y todo hombre que fuera allí morador puede usar de todas estas cosas sobredichas, y son comunalmente a todos, tanto a los pobres como a los ricos...”*. Las anteriores y otras disposiciones, dan idea que la protección contra el corte de árboles, se estableció en función del derecho de propiedad y a favor de los dueños, y no como una función de protección legal para cuidar, conservar o incrementar los bosques en beneficio de toda la sociedad (Moguel, 1979).

Para sostener legalmente a las entidades dominadas, la Corona y el Consejo de Indias emitieron leyes y ordenanzas a los miembros de la sociedad indiana. En 1575, se impuso una alcabala del 2% sobre el valor de las operaciones en el comercio de los productos españoles o europeos (Lira y Muro, 2000).

Con este ánimo, la Ley de Indias xvi estableció: *“Que los encomenderos hagan plantar árboles para leña. Todos los que tuvieran pueblos encomendados hagan plantar la cantidad de sauces y otros árboles, que sean a propósito, y pareciere al Gobierno, para que la tierra esté abastecida de leña, según el número de indios y disposición de la tierra, eligiendo las partes y lugares más convenientes, y no permita, que sobre esto sean fustigados ni molestados los Indios, imponiendo y ejecutando lo contenido en esta nuestra Ley, las penas convenientes a su arbitrio”*. Con el ordenamiento, además de proteger los derechos fundamentales de los nativos, se promovía el fomento mediante la plantación de árboles para la generación de leña combustible, el energético fundamental de esos tiempos.

Destaca la Ordenanza para el Gobierno de los Montes y Arbolados del Rey Carlos IV en 1803. Brindaba los medios que facilitarían la felicidad de sus vasallos y encomendó al Generalísimo de Mar y Tierra, *“uno de los puntos más esenciales que es la prosperidad de los montes y árboles, conciliando con abundante surtido de madera para la construcción y carena de los baxeles (barcos) de la Real Armada y los de particulares, las necesarias a las obras civiles y leña para fábricas y hogares”* (Moguel, 1979).

La Ordenanza hizo diferencias entre la administración de los montes y arbolados de los particulares con los de propiedad real. Se dio especial énfasis al suministro de madera para la construcción de barcos en los astilleros reales, arsenales y para otros fines del real servicio militar de mar y tierra, además de la necesaria para las obras civiles de los diferentes ramos y la leña para consumo de los hogares. Se hace diferencia entre los montes altos y bajos, así como en los denominados arbolados de maderas útiles y fija una franja de 25 leguas de la costa del mar. Este Ordenamiento asignó a España y a sus Colonias, por primera vez, la obligación de mantener los bosques al servicio del Estado, protegiendo, al mismo tiempo, extensas zonas boscosas del aprovechamiento desordenado que amenazaba su destrucción. En este ordenamiento se establece que se deberán definir las clases, calidad, dimensión y figura de los productos de los montes, conocimientos que tengan que ver con los asuntos contenciosos para su conservación, aumento y prosperidad, todo ello bajo la responsabilidad de La Marina Real. La ordenanza también incluyó algunos principios de silvicultura, por ejemplo la plantación de árboles, la regulación del pastoreo, corta de ramas para evitar daños en los derribos, formas de arrastre, el combate de incendios y la restricción de solo cortar árboles maduros. En esa ley se estableció el uso de marcas con hierros, tanto en el fuste como en el tocón, con fines de garantizar la legal procedencia y se regularon los aprovechamientos de la corteza que se empleaba por los curtidores, el pastoreo

y control de ramoneo, la producción de leña y carbón, así como el transporte de madera mediante guías o despachos en los que se inscribía la calidad, cantidad, procedencia, destino y tiempo. Se estableció la prohibición de cortar árboles sin licencia por escrito del Comandante o Subdelegado del Partido. Destaca también la prohibición del establecimiento de molinos de sierra para tablazón (aserraderos). Se estableció la creación de un Fondo, para la conservación, fomento, custodia, combate de incendios y viveros, con lo que produjeran realengos y baldíos. Dejaba a los montes particulares en libertad de aprovechamiento y cultivo por sus dueños, basado en que nunca harían algo en contra de su persistencia (Moguel, 1979).

En el México independiente, el Congreso Constituyente aprobó la Constitución Federal de los Estados Unidos Mexicanos en 1824. Pero ni ésta ni las de Apatzingán (1814), 1836, ni la de 1857, abordaron la administración forestal, así que la facultad para legislar en materia de bosques, quedó a cargo de las entidades federativas.

La Ley de Administración del Gobierno Interior, del Gobierno del Estado de Oaxaca (1857), señaló la obligación de los ayuntamientos para velar por la conservación y el mejoramiento de los caminos y el cuidado y el buen uso de los montes y los bosques. Ese Gobierno estatal, emitió disposiciones relacionadas con la protección de los recursos forestales: prohibición de la tala de bosques (1878), conservación del arbolado (1879), prohibición de la quema de montes (1882, 1884), y otras.

En 1861, el gobierno liberal de Benito Juárez promulgó la primera ley forestal nacional. Aplicaba únicamente a las tierras públicas, y exigía a los leñadores plantar diez árboles de caoba y cedro por cada uno que talaran. No obstante, los posibles madereros tenían que presentar una solicitud de permiso al ministerio de Obras Públicas, indicando el área donde pretendían operar y el número de árboles que planeaban cortar. Si el ministerio aprobaba la solicitud, un subinspector y un guarda forestal acompañaban al permisionario al sitio para marcar sus límites. El gobierno fijó una multa de seis pesos por cada árbol que se talara sin permiso, usando esos recursos para incrementar los salarios de cuatro guardas forestales y un subinspector. Además, los ciudadanos que reportaran el corte clandestino de árboles podrían reclamar un tercio de las multas que se impusieran. Así, los funcionarios forestales y los particulares tenían un incentivo económico para supervisar el cumplimiento de la ley.

El artículo 9º del Decreto de 1883, expedido por el Presidente Manuel González, para la colonización de terrenos baldíos y las compañías deslindadoras, destaca que aquellos colonos que se establecieran en terrenos desprovistos de árboles y que justificaran que en una porción de su lote, no menor a la décima parte hubieran plantado árboles en cantidad proporcional a la extensión, dos años antes del término de las exenciones, gozarían por un año más de la contribución de todo el terreno y tendrían un año más de exención por cada décima parte que destinaran al cultivo del bosque.

El Reglamento que determinó la forma en que deberían de proceder los cortadores de árboles en terrenos nacionales y los explotadores de maderas para ebanistería, fue promulgado hacia 1861. La Ley sobre Ocupación y Enajenación de Terrenos Baldíos de 1894, hizo referencia a la explotación de los bosques (Artíc. 70), al darle la facultad a la Secretaría de Fomento para que expidiera el reglamento para la explotación de los bosques en terrenos baldíos, que temporalmente mandara reservar, conforme a la facultad que al Ejecutivo Federal concedía el artículo 21 de la misma ley; en el que el Ejecutivo Federal quedó facultado para reservar temporalmente en terrenos baldíos que estimara conveniente para conservación o plantíos de montes, reservación o reducción de indios, o colonización en los términos que establecieran las leyes.

Debe reconocerse que los grandes cambios en materia agraria que se consolidaron en el Artículo 27 Constitucional, tienen sus antecedentes en el decreto emitido por el Presidente Venustiano Carranza, quien indicó que siempre habían quedado burlados los derechos de los pueblos y comunidades, debido a que, conforme al artículo 27 de la Constitución de 1857, ellos carecían de la capacidad para adquirir y poseer bienes raíces y de personalidad jurídica para defender sus derechos. Por otra parte, resultaba ilusoria la protección de la Ley de Terrenos Baldíos y Colonización vigente. Privados los indígenas de sus tierras, aguas y montes que les había concedido el gobierno colonial, así como las congregaciones y comunidades de sus terrenos, la

propiedad rural se concentró en unas cuantas manos y la gran masa de la población de los campos tuvo como alternativa alquilar a precios injustos su trabajo a los poderosos terratenientes, causando su estado de miseria, abyección y esclavitud de hecho.

Este Decreto es histórico, por reivindicar los derechos sociales de los mexicanos más pobres y marca las pautas para la legislación agraria que rige hasta nuestros días. En su Artículo 1º, declara nulas las enajenaciones de tierras, aguas y montes pertenecientes a los pueblos, rancherías, congregaciones o comunidades, hechas por los jefes políticos, gobernadores de los Estados o cualquiera otra autoridad local, en contravención a lo dispuesto en la Ley de 1856 y demás leyes y disposiciones relativas; las concesiones, composiciones o ventas de tierras, aguas y montes, hechas por cualquier autoridad federal, desde el primero de diciembre de 1876 a la fecha, con las cuales se hubieran invadido u ocupado ilegalmente los ejidos, terrenos de repartimiento o de cualquier otra clase, pertenecientes a los pueblos, rancherías, congregaciones o comunidades; y las diligencias de apeo o deslinde, practicadas durante el periodo mencionado, por compañías, jueces u otras autoridades, con los cuales se hayan invadido u ocupado tierras, aguas y montes de los ejidos, terrenos de repartimiento o de cualquier otra clase, pertenecientes a los pueblos, rancherías, congregaciones o comunidades.

Mediante la Ley Agraria de 1915, parte del Programa Político de la Revolución, se crearon tres instancias para la

operación de la política agraria: la Comisión Nacional Agraria; las Comisiones Agrarias Locales en los Estados o Territorios de la República; y los Comités Particulares Ejecutivos.

La Carta Magna que rige al país a partir de 1917, fue promulgada por el Congreso Constituyente, en el inestable contexto de la Revolución Mexicana de 1910, con el propósito fundamental de brindar garantías y seguridad social a todos los ciudadanos. Una de las asignaturas pendientes en la joven nación mexicana, era la justicia social, en especial en materia de acceso a los bienes de capital, concentrados en unas cuantas manos. La proclama del Caudillo del Sur Emiliano Zapata, por "*Tierra y Libertad*", buscaba redimir los derechos de millones de campesinos, indígenas y asalariados del medio rural, que sobrevivían en condiciones de gran marginación y pobreza, despojados de sus tierras con las políticas de amortización y colonización del porfiriato.

A partir de la definición agraria de la Carta Magna de 1917, y del Artículo 27 Constitucional, todas las leyes reglamentarias empezaron a fluir. Las forestales no fueron excepción, aunque todavía se vivieron tiempos de agitación política y militar después del encononazo de la Revolución Mexicana. A Miguel Ángel de Quevedo le preocupaba que las comunidades que recibían dotaciones de montes acabarían con los bosques. Él y sus colaboradores, plantearon los elementos centrales de la ley de 1926, decretada por Plutarco Elías Calles, que limitó el uso que

pudieran hacer los núcleos agrarios de sus montes (Boyer, 2007).

Nueve años después, al igual que en las más avanzadas administraciones europeas, el estado promovió la Ley del Impuesto sobre la Explotación Forestal. Conforme los aprovechamientos forestales comerciales e industriales aumentaron para abastecer las necesidades crecientes de la economía nacional, la legislación en materia fiscal forestal también evolucionó (DOF, 1934). La Ley fue promulgada por Manuel Ávila Camacho en 1943, con Marte R. Gómez como Secretario de Agricultura y Fomento. También tuvo la influencia de Quevedo; Lázaro Cárdenas lo había nombrado Director del Departamento Forestal y de Caza y Fauna en 1934, así pudo desarrollar aún más su visión conservacionista. En esta ley, a pesar del paternalismo científico, algunas comunidades resultaron beneficiadas (Boyer, 2007).

La Ley Forestal de 1948, decretada por Miguel Alemán Valdés, tiene un fuerte sentido proteccionista. En su Capítulo I, declara de interés público la conservación, mejoramiento y repoblación forestal en el territorio nacional. Comparada con la Ley de 1943, se aprecia como un instrumento más sencillo y directo, que incorporó algunos temas por primera vez.

Respecto al ordenamiento forestal de 1960, promulgado por Adolfo López Mateos, existen antecedentes de un amplio proceso de diagnóstico y consulta, llevado a cabo por sus promotores, en el que participaron los profesionales forestales, silvicultores,

funcionarios de los tres órdenes de gobierno y representantes de las organizaciones de la sociedad civil.

Durante 1971, el Poder Ejecutivo Federal, promovió ante el Congreso de la Unión, reformas a 9 artículos de la Ley Forestal de 1960, mismas que fueron aprobadas y publicadas en el Diario Oficial de la Federación en 1971.

Hasta 1986, con Miguel de la Madrid Hurtado, se promulgó una nueva Ley Forestal. Posteriormente, Carlos Salinas de Gortari decreta la de 1992. Ésta se caracterizó por una gran simplificación y desregulación de la mayor parte de sus conceptos. Otra Ley Forestal se publicó en 1997, impulsada por la Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca (Semarnap), en coordinación con las Comisiones de Bosques y Selvas (Cámara de Diputados) y de Silvicultura y Recursos Hidráulicos (Senado de la República), con la participación del Consejo Técnico Consultivo Forestal.

Un nuevo ordenamiento se expide en 2003, con Vicente Fox Quezada, denominado Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. La ley se caracteriza por tener una innovadora estructura y contenido. Destaca de ella: una amplia y clara definición de objetivos, introduce la distribución de atribuciones en materia forestal entre los tres órdenes de gobierno, sustenta la creación de la Comisión Nacional Forestal, a la que asigna atribuciones de planeación y fomento, y deja en manos de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales la normatividad. Introduce Promotorías, criterios de política forestal y sus instrumentos,

incorpora la creación de los Sistemas de Información y de Gestión Forestal, reduce la sobre regulación en materia de plantaciones forestales comerciales, establece auditorías forestales preventivas y promueve la certificación del manejo forestal. Reconoce los servicios ambientales forestales, da certeza a los incentivos para el fomento al desarrollo forestal, retoma la figura del Fondo Forestal Mexicano y regula los esquemas de participación social, entre otros aspectos.

A fines de 2013, los sectores involucrados en el desarrollo forestal, promovieron una actualización de la legislación forestal, en especial por las iniciativas de las Convenciones de carácter multinacional a las que México se había adherido. Temas dominantes como la mitigación y adaptación al cambio climático, el respeto a los derechos humanos de los pueblos y comunidades indígenas -y el manejo del fuego- fueron sometidos a un intenso proceso de análisis y propuesta, canalizado a través del Comité de Legislación, Inspección y Vigilancia Forestales del Consejo Nacional Forestal y luego fue objeto de múltiples foros de consulta regionales y temáticos. La iniciativa para una nueva Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, después de un atropellado proceso en ambas Cámaras, finalmente fue aprobada y publicada en 2018. El instrumento legal promulgado, adoleció de algunos problemas de duplicidades y falta de claridad en las atribuciones, por lo que se encuentra en proceso una iniciativa, ahora en manos de la Cámara de Diputados, para hacer las correcciones más indispensables.

Afectación de selvas por huracanes

Se trata de una perturbación natural, para la que incluso hay una temporada anual en diversas regiones de planeta, y México no es la excepción pues, con mayor o menor frecuencia, los huracanes inciden en todas sus costas. Aunque impacta fuertemente enormes extensiones de vegetación, gran parte de ésta se recupera mediante rebrotación de árboles afectados y recolonización por semilla de los claros producidos. Por otra parte, es evidente el gran riesgo que estos fenómenos representan para la población humana y los impactos económicos y sociales que de ellos se derivan. Uno de los huracanes que afectó una gran superficie del sureste mexicano y cuyo efecto en la vegetación y fauna se estudió, fue Gilberto.

Gilberto arribó a costas del SE mexicano en septiembre de 1988, con vientos de hasta 300 km/h, oleaje en alta mar mayor a 5 m, marejada de más de 2 m y precipitación acumulada en 24 h superior a 350 mm. Desgraciadamente, cobró la vida de 250 personas y se estima que causó daños superiores a un billón de pesos. Desquició las actividades de toda índole en cinco estados (Quintana Roo, Yucatán, Campeche y otros). Además de los grandes daños originados por los vientos e inundaciones, el primero también arrastró un aerosol de agua, sal y arena del mar hacia el interior, produciendo una “quema” generalizada de la vegetación en la franja costera (Moshinsky y Sánchez, 1990).

En la zona de mayor afectación de Gilberto (355 748 ha), con diferentes tipos de selva, Villa Salas *et al.* (1990),

hallaron que 73.8% del arbolado estaba vivo y vertical, 11.1% vivos e inclinado, 3.4% muerto en pie, y 11.7% derribado. Del arbolado en pie, 33.1% resultó despuntado y/o desramado. Se estimó que el huracán mató y derribó arbolado por 5 268 628 m³, como mínimo. A un año del huracán, había un promedio de 4824 renuevos/ha, y 5762 rebrotes/ha en los árboles. Poco más de 1/3 de tal superficie también fue afectada por incendios en 1989, lo que derivó en más efectos adversos, pues gran parte de la vegetación ahí es sensible al fuego.

Otro gran huracán, Gilberto, llegó a las costas de Quintana Roo en agosto de 2007 y tuvo rachas con vientos de hasta 315 km/h (Conafor/Semarnat, 2007). Afectó 5 054 539 ha de 10 tipos de vegetación (25.3% de la superficie con intensidad alta, 19.5% con intensidad media y 55.2% con intensidad baja). En algunas áreas, acumuló materiales vegetales hasta por 137 ton/ha (Rodríguez *et al.*, 2011). Entre las especies arborescentes más tolerantes a los vientos huracanados están las palmas, ya que su estípote (tronco) tiene flexibilidad y su corona de hojas se colapsa con las puntas apuntando hacia donde soplan los vientos, y así ofrece menor resistencia a éstos. Desde luego, vientos muy fuertes las pueden romper o desarraigar (Figura 40).

Ejidos y comunidades forestales destacados

El Largo y Anexos, en Chihuahua, es el ejido más importante productor forestal del país. Hacen manejo, aprovechamiento, transformación y

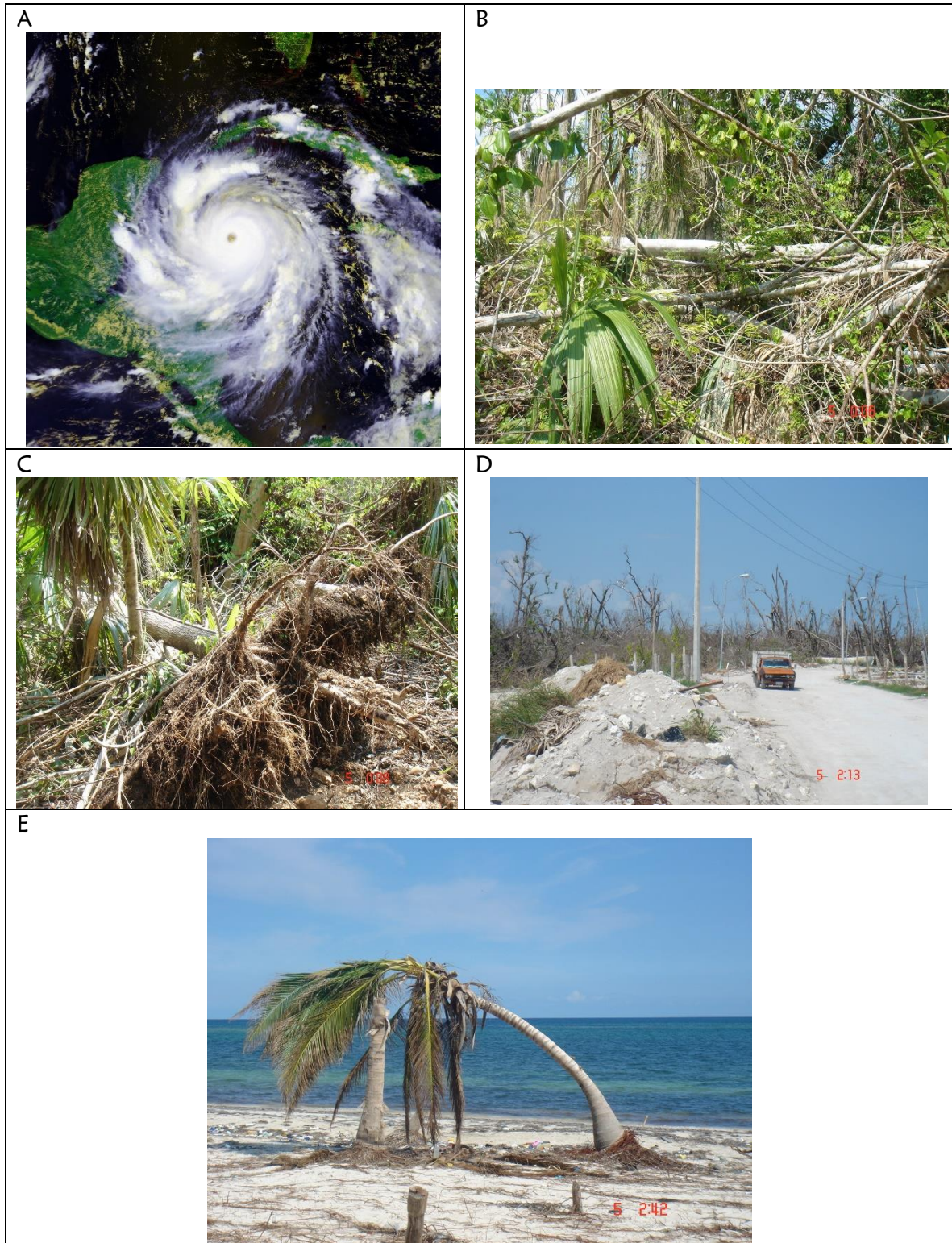


Figura 40. Algunos efectos del huracán Dean en Quintana Roo. **A)** El huracán en una imagen de satélite. **B)** Arbolado afectado. **C)** Árbol desarraigado por el empuje del viento. **D)** Zona ecoturística de Mahahual, impactada por el meteoro. **E)** Esta palma, aunque dañada, muestra cómo resistió a los embates del viento. A: Cortesía de NOAA. Fotos B a E, por Dante A. Rodríguez T. (2007).

comercialización de productos forestales. Con 1723 ejidatarios, aprovechan 368 581 m³ de madera anualmente, básicamente de pino. El ejido está certificado en manejo forestal y cadena de custodia por el *Forest Stewardship council* (Ejido El Largo y Anexos, 2020) (Figuras 41A y B). Otro ejemplo destacado es la comunidad indígena Nuevo San Juan Parangaricutiro, Mich. Cuenta con 10 empresas que generan más de 1000 empleos y uno de los aserraderos más modernos de América Latina.

Aprovechan 65 000 m³ de madera anualmente. Otras 400 personas laboran en la extracción de resina en su planta, con capacidad para procesar 5000 toneladas de resina anualmente. Están organizados en una Asamblea de Comuneros, un Consejo Comunal y el Comisariado de Bienes Comunales. Por su manejo forestal, también están certificados internacionalmente (Suárez, 2019) (Figuras 41D a la F). Con el aprovechamiento forestal, ambos ejidos cuidan sus bosques, que proveen invaluables servicios ambientales.



Figura 41. A) Masas de pino manejadas con el Método de Desarrollo Silvícola y B) patio de concentración de trozas, ejido El Largo, Chih. C) Ejidatarios en aserradero, y D) planta resinera, en el ejido Nuevo San Juan Parangaricutiro, Mich. Fotos A y B, Ejido El Largo (2020), y C y D, Suárez (2019).

Literatura Citada

- Aguilera, C. 1985. Flora y Fauna Mexicana. Mitología y Tradiciones. Ed. Everest Mexicana. México. 204 p.
- Alden, P., Cech, R. B., Keen, R., Leventer, A., Nelson, G., Zomlefer W. R. 1998. National Audubon Society Field Guide to Florida. Alfred A. Knopf. New York. 447 p.
- Álvarez, W. 1997. T. rex and the Crater of the Doom. Vintage Books. New York. 185 p.
- Álvarez del Toro, M. 1952. Los Animales Silvestres de Chiapas. Gobierno del Estado de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez. 247 p.
- Álvarez del Toro, M. 1960. Los Reptiles de Chiapas. Instituto de Ciencias y Artes de Chiapas, Gobierno del Estado de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez. 204 p.
- Álvarez del Toro, M. 1971. Las Aves de Chiapas. Gobierno del Estado de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez. 270 p.
- Álvarez del Toro, M. 1974. Los Crocodylia de México: estudio comparativo. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. México. 70 p.
- Anaya P., M. A., Espinosa L., J. L., González P., Á., Bautista Z., R., González B., M., Trujano F., M. G., y Rodríguez C., A. 2004. Ciento Cincuenta Años en Una Mirada. Historia Gráfica de la Escuela Nacional de Agricultura-Universidad Autónoma Chapingo. Universidad Autónoma Chapingo. México. 313 p.
- Anónimo. 1963. Galería de Profesionales Forestales. México y sus Bosques II(8): 26.
- Anónimo. 1989. México y sus Alrededores. Inversora Bursátil, S. A. de C. V., Sanborns Hermanos, S. A., Seguros de México, S. A. México. 70 p. (más láminas).
- Anónimo. 2017a. Revista Digital Sin Embargo, consultada en febrero 2017.
- Anónimo. 2017b. Un árbol del desierto tiene las raíces más profundas: 68 metros. Periódico El País Consultado en junio de 2020 en https://elpais.com/elpais/2017/07/05/ciencia/1499270778_798488.html
- Anónimo. 2020. *Larrea tridentata*. Consultado en junio de 2020 en https://en.wikipedia.org/wiki/Larrea_tridentata#Ecology
- Arizaga, S., Martínez C., J., Salcedo C., M., y Bello G., M. Á. 2009. Manual de Biodiversidad de Encinos Michoacanos. Semarnat, INE. México. 147 p.
- Barracough, S. L., and Ghimiere, K. B. 1995. Forests and Livelihoods – the Social Dynamics of Deforestation in Developing Countries. Macmillan. London.
- Beech, E., Rivers, M., Oldfield, S., and Smith, P. P. 2017. The first complete global database of tree species and country distributions. Journal of Sustainable Forestry 36(5): 454-489.
- Beer, A. J., and Morris, P. 2004. Encyclopedia of North American Mammals: An Essential Guide to Mammals of North America. Thunder Bay Press. USA. 288 p.

- Behler, J. 1985. The Audubon Society Field Guide to north American Reptiles & Amphibians. New York. Alfred A. Knopf. 743 p.
- Berry, N. J., Phillips, O. L., Lewis, S. L., Hill, J. K., Edwards, D. P., Tawatao, N. B., Ahmad, N., Magintan, D., Khen, C. V., Maryati, M., Ong, R. C., and Hamer, K. C. 2010. The high value of logged tropical forests: lessons from Northern Borneo. *Biodiversity and Conservation* 19: 985-997.
- Bláisten, A., Bohórgez L., V., Rosas, M. Á., y Barragán, C. 2012. Dr.. Atl. Obras Maestras. UNAM, C.C.U.T., Museo Colección Blaisten, Conaculta, INBA, MUNAL. México. 381 p.
- Bolívar, R. (coord.). 2015. Colores de la Selva. MAPorrúa. México. 146 p.
- Boyer, R. C. 2007. Revolución y paternalismo ecológico: Miguel Ángel de Quevedo y la política forestal en México 1926 – 1940. *Historia Mexicana* 57(1): 91 – 138 + 348-349.
- Bravo Hollis, H., y Scheinvar, L. 2002. El Interesante Mundo de las Cactáceas. F.C.E. México. 233 p.
- Capó A., M. Á. 2015. Metodología de la Reforestación. U.A.A.A.N. Saltillo. 168 p.
- Castaños M., L. J. 1963. Tesis profesionales de Especialistas en Bosques egresados de la Escuela Nacional de Agricultura 1936-1963. *México y sus Bosques* 2(8): 18-25.
- Castro Zavala, S. 2012. Producción de planta forestal de alta calidad en charolas de vivero. *In: de la Isla de Bauer, M. de L. (Comp.). Deforestación, Desertificación y Reforestación. Comité de Acción para el Sanearamiento del Ambiente, A. C. Texcoco, Edo. de Méx. pp. 127-141.*
- Ceballos G., G., y Galindo L., C. 1984. Mamíferos Silvestres de la Cuenca de México. Limusa, MAB. México. 299 p.
- Ceballos, G., y Oliva, G. (Coords). 2005. Los Mamíferos silvestres de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Fondo de Cultura Económica. México. 987 p.
- Cenipalma (Corporación Centro de Investigación en Palma de Aceite). 2016. Mejores prácticas agroindustriales del cultivo de la palma. Cenipalma. México.
- Cervantes, A., Linares, L., y Quintero, E. 2019. An updated checklist of the Mexican species of *Dalbergia* (Leguminosae) to aid in its conservation efforts. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 90: e902528.
- Cibrián T., D., Méndez M., J. T., y Campos B., R. 1995. Insectos Forestales de México. UACH, SARH, SFF, USDA FS, NRC, COFAN. Pub. Esp. 6. 453 p.
- Cibrián T., D., Alvarado R., D., y García D., S. E. (eds.). 2007. Enfermedades Forestales de México. UACH, Conafor, Semarnat, USDA FS, NRCAN, COFAN, FAO. México. 587 p.
- Conabio (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 2015. Colibríes de México y Norteamérica. Cartel. Conabio. México.
- Conafor (Comisión Nacional Forestal). S.F. Propiedades de la madera de tres especies arbóreas: *Quercus durifolia*, *Prosopis aff. velutina* y *Olneya tesota*. Consultado el 30 de mayo de 2020 en http://www.conafor.gob.mx/biblioteca/documentos/propiedades_madera.pdf

- Conafor. 2011. Informe de incendios forestales en el estado de Coahuila, temporada 2011. Conafor, Semarnat. Zapopan, Jal. 92 p.
- Conafor. 2019. Cierre de Campaña. Centro Nacional de Manejo del Fuego. Conafor. México. 19 p.
- Conafor 2020. El sector forestal mexicano en cifras 2019. Conafor. México. 96 p.
- Conafor/Semarnat (Comisión Nacional Forestal/Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2007. Programa emergente para la prevención y combate de incendios , zona centro-sur del estado de Quintana Roo. Reporte técnico (inédito).
- Conanp (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas). 2018. 100 Años de Conservación en México. Áreas Naturales Protegidas de México. Semarnat, Conanp. México. 634 p.
- Condit, R., and Le Boeuf, B. J. 1984. Feeding Habits and Feeding Grounds of the Northern Elephant Seal. *Journal of Mammalogy* 65 (2): 281-290.
- Cooper, E. W. T., West, R., and Mendoza, J. 2019. Identificación de Tarántulas Citadas en la CITES: especies *Aphonopelma*, *Brachypelma* y *Sericopelma*. Comisión para la Cooperación Ambiental. Montreal. 80 p.
- CORI (Coordinación de Revistas Institucionales). 2001. Nota. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente VII(2): (contraportada).
- Cruces C., R. 2006. Lo que México aportó al mundo. Quarzo. México. 219 p.
- Cruz, E. 2001. Hábitos de alimentación e impactos de la actividad humana sobre el tapir (*Tapirus bairdii*) en la Reserva de la Biosfera La Sepultura, Chiapas, México. Tesis. El Colegio de la Frontera Sur. San Cristobal de las Casas, Chiapas, México.
- Delgadillo, J. A., Gilbert, S., García, M., Velázquez, R. 2014. Oso negro. In: Valdez, R., y Ortega S., J. a. (eds.). Ecología y Manejo del Fauna Silvestre en México. Ed. C.P., C.P., Fundación Colpos, New Mexico State University, INIFAP, UACH, IICA, CKWRI. México. pp. 311-330.
- Delgado, P., Piñero, D., Chaos, A., Pérez-Nasser, N., and Alvarez-Buylla, E. R. 1999. High population differentiation and genetic variation in the endangered Mexican pine *Pinus rzedowskii* (Pinaceae). *American Journal of Botany* 86(5): 669-676.
- Diario El Siglo. 1 de julio de 2014. Panamá. Consultado en junio de 2020 en <http://elsiglo.com.pa/internacional/1200-animales-caminan-sobre-agua/23782976>
- Duverger, C. 2019. Vida de Hernán Cortés. La Espada. Taurus. México. 509 p.
- Edwards, P. J., Fleischer-Dogley, F., and Kaiser-Bunbury, C. N. 2015. The nutrient economy of *Lodoicea maldivica*, a monodominant palm producing the world's largest seed. *New Phytologist* 206: 990-999.
- Ejido El Largo y Anexos. 2020. Consultado en julio de 2020 en <https://ejidoellargo.com.mx/>
- Espinosa de G. R., J. 1981. Fagaceae. In: Rzedowski, J., y Rzedowski, G. C. de (eds.). Flora Fanerogámica del Valle de México. CECSA. México. pp. 104-114.
- Estrada, A. y Coates Estrada, R. 2003. Las Selvas Tropicales Húmedas de México. F.C.E. México. 194 p.

- FAO (Food and Agriculture Organization). 2017. Anuario de Productos Forestales. FAO. Roma. 416 p.
- Farjon, A., and Styles, B. T. 1997. *Pinus* (Pinaceae). Flora Neotropica. Monograph 75. New York Botanical Garden. New York. 291 p.
- Flores G., J. G. (coord.). 2009. Impacto Ambiental de Incendios Forestales. Mundi Prensa. México. 325 p.
- Flores R., J. G., Rodríguez T., D. A., Estrada M., Ó., y Sánchez Z., F. (coords.). 2006. Incendios Forestales. Mundi Prensa, Conafor. México. 254 p.
- Florez M., A. 1996. (Nota). Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales II(1): (contraportada).
- Fonteyn, P. J., and Mahall, B. E. 1981. An experimental analysis of structure in a desert plant community. *Journal of Ecology* 69: 883-896.
- Galindo L., C. 2017. Mexicanos por Naturaleza. Ed. Paralelo, Secretaría de Cultura. México. 207 p.
- García Cubas. 1885. Atlas Pintoresco e Histórico de los Estados Unidos Mexicanos. Debray sucesores. México. 13 mapas rodeados por ilustraciones. Mapa del Valle de México consultado en el Museo Nacional de Arte, 2019. Disponible en: <https://www.loc.gov/item/2008621671/>
- Gentry, A. H. 1988. Tree species richness of upper Amazonian Forests. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 85(1): 156-159.
- Gernandt, D. S., and Pérez de la Rosa, J. A. 2014. Biodiversidad de Pinophyta (coníferas) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* supl. 85: S126-S133.
- Gill, T. 1931. Tropical Forests of the Caribbean. Tropical Plant Research Foundation. The Read Taylor Co. USA. 278 p.
- Global Biodiversity Information Facility. 2020. Consultado en junio de 2020 en <https://www.gbif.org/species/144104955>
- Gómez Guerrero, A., y Valdez Hernández, J. I. (coords.). 2014. Floresta Mexicana. Conafor, Colegio de Postgraduados. México. 359 p.
- González B., M. 2000. La enseñanza agrícola surgida de la Revolución. In: Semblanza de Marte R. Gómez. UACH, Republicano Ayuntamiento de Reynosa, Tamaulipas. México. pp. 51-78.
- González E., M., González E., M. S., Ruacho G., L., y Molina O., M. 2011. *Pinus maximartinezii* Rzed.(Pinaceae), primer registro para Durango, segunda localidad para la especie. *Acta Botánica Mexicana* 96: 33-48.
- Gutiérrez P., A. 1970. Texto Guía Forestal. Departamento de Divulgación Forestal y de la Fauna. México. 188 p.
- Gutiérrez P., A. 1989. Conservacionismo y Desarrollo del Recurso Forestal. Texto Guía Forestal. Trillas. México. 205 p.
- Hernández C., V. M., Hernández, F. J., and Solis G., S. 1992. Ecology of oak woodlands in the Sierra Madre Occidental of Mexico. In: Ffolliott, P. F., Gottfried, G. J., Bennett, D. A., Hernández C., V. M., Ortega Rubio, A., and Hamre, R. H. (Tech. coords.). *Ecology and Management of Oak and Associated*

- Woodlands. Perspectives in the Southwestern United States and Northwestern Mexico. Sierra Vista, AZ, April 27-30, 1992. USDA Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station. Gen. Tech. Rep. RM-218. Fort Collins, CO. pp. 39-40.
- Heyerdahl, T. 1960. Kon Tiki. Ed. Jackson. Buenos Aires. 294 p.
- Iturbe, M, y Rebolledo, F. (Coords.). 2005. El Mito de Dos Volcanes. Popocatépetl e Iztaccíhuatl. Reverté México. México. 159 p.
- Juárez B., J. E., Rodríguez-Trejo, D. A., and Myers, R. L. 2012. Fire tolerance of trees in oak-pine forest at Chignahuapan, Puebla, Mexico. *International Journal of Wildland Fire* 21(7): 873-881.
- Kaufman, R. 2012. 32,000-year-old- plant brought back to life-oldest yet. Consultado el 2 de junio de 2020 en <https://www.nationalgeographic.com/news/2012/2/120221-oldest-seeds-regenerated-plants-science/>
- Kruwlich Wonders. 2020. Consultado el 2 de junio de 2020 en <https://www.npr.org/sections/kruwlich/2011/04/08/135206497/the-worlds-tallest-tree-is-hiding-somewhere-in-california>
- Le Boeuf, B., Crocker, D., Costa, D., Blackwell, S., and Webb, P. 2000. Foraging ecology of northern elephant seals. *Ecological Monographs* 70 (3): 353-382.
- Leopold, A. S. 1959. Wildlife of Mexico. The Game Birds and Mammals. University of California Press. U.S.A. 568 p.
- Limones, B. V., y Fernández B., M. A. 2016. El cocotero “el árbol de la vida”. Desde el Herbario CICY 8: 107-110.
- Lira, A., y Muro, L. 2000. El siglo de la integración. In: Historia General de México. El Colegio de México. México. 1104 p.
- López-Luna, M. A., Cupul-Magaña, F. G., Escobedo-Galván, A. H., González-Hernández, A. J., Centenero-Alcalá, E., Rangel-Mendoza, J. A., Ramírez-Ramírez, M. M., and Cazares-Hernández, E. 2018. A distinctive new species of Mud Turtle from Western México. *Chelonian Conservation and Biology* 17(1): 2-13.
- Martínez, G. R. E., y González-Villarreal, L. M. 2005. Taxonomía y biogeografía del género *Populus* (Salicaceae) en México. Universidad de Guadalajara. CUCBA. Jalisco. 159 p.
- McClain, C. R., Balk, M. A., Benfield, M. C., Branch, T. A., Chen, C., Cosgrove, J., Dove, A. D. M., Gaskins, L., Helm, R. R., Hochberg, F. G., Lee, F. B., Marshall, A., McMurray, S. E., Schanche, C., Stone, S. N., and Thaler, A. D. 2015. Sizing ocean giants: patterns of intraspecific size variation in marine megafauna. *PeerJ* 3: e715.
- Martínez, A. 1999. El ahuehuete. *Biodiversitas* 5(25). 12-14.
- Mendoza B., M. A. 1993. Conceptos Básicos de Manejo Forestal. UTEHA. México. 164 p.
- Mendoza M., J. I. 2014. *Psalmopoeus victori*, the first arboreal theraphosid spider described for Mexico (Aranae: Theraphosidae: Aviculariinae). *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85(3): 728-735.
- Miller, R. R. 2009. Peces Dulceacuícolas de México. Conabio, SIM, Ecosur, DFC. México. 158 p.

- Miranda, F. 1952. La Vegetación de Chiapas. 1a parte. Ediciones Gob. del Edo. Tuxtla Gutiérrez, Chis. 334 P.
- Miranda, F. 2015. La Vegetación de Chiapas. Tomo 1. UNICACH. México. 305 p.
- Miranda, F. 2015. La Vegetación de Chiapas. Tomo 2. UNICACH. México. 381 p.
- Miranda, F., y Hernández-Xolocotzi, E. 1963. Los Tipos de Vegetación de México y su Clasificación. Boletín de la Sociedad Botánica de México 28. 29-179.
- Miranda, F., y Hernández-Xolocotzi, E. 2013. Los Tipos de Vegetación de México y su Clasificación. UNAM, Conabio, F.C.E. México. 220 p.
- Moguel S. 1979. Memorias del Primer Curso Nacional de Derecho Forestal. Universidad Autónoma de Chihuahua, Academia Nacional de Ciencias Forestales, Revista del México Agrario y Productos Forestales de la Tarahumara. 20-24 de agosto, Chihuahua, Chih.
- Monumental Trees. 2020. Consultado el 1 de junio de 2020 en https://www.monumentaltrees.com/en/trees/coastredwood/tallest_tree_in_the_world/
- Monreal R., S. B. 2020. Situación actual y perspectivas de las plantaciones forestales comerciales en México. Presentación en la Ciudad de México, 20 de enero de 2020.
- Morales B., J. J. 2013. Muestrario de Aves Mexicanas. Ed. Terracota. México. 174 p.
- Moshinsky, M. R., y Sánchez S., J. 1990. Gilbert: ejemplo de huracanes de gran intensidad. Ingeniería Hidráulica en México enero/abril: 13-36.
- Moysen, X. 2005. José María Velasco. Un Estudio Sobre su Obra. Fondo Editorial de la Plástica Mexicana. México. 143 p.
- Naranjo, E. 2014. Tapir. In: Valdez, R., y Ortega S., J. A. (eds.). Ecología y Manejo del Fauna Silvestre en México. Ed. C.P., C.P., Fundación Colpos, New Mexico State University, INIFAP, UACH, IICA, CKWRI. México. pp. 377-387.
- NASA (National Aeronautics and Space Administration). 2011. Imagen de satélite obtenida en mayo de 2015 de <http://earthobservatory.nasa.gov/NaturalHazards/view.php?id=50087>.
- National Academy of Sciences. 1983. Firewood Crops, Shrubs and Tree Species for Energy Production. Vol. 2. National Academy Press. Washington, D. C. 92 p.
- National Geographic. 2020a. El árbol de la semilla de 2000 años. National Geographic en Español. Consultado el 7 de junio de 2020 en <https://www.ngenespanol.com/naturaleza/el-arbol-de-la-semillade2000anos/>
- National Geographic. 2020b. Manglares del mundo maya. Documental por televisión. Junio 2020.
- Nebel, C. 1840. Viaje Pintoresco y Arqueológico Sobre la Parte más Interesante de la República Mejicana. Paris y Mejico.
- Neotropical Flora. 2020. Consultado el 2 de junio de 2020 en <https://serv.biokic.asu.edu/neotrop/plantae/taxa/index.php?taxon=17644&clid=100>

- Neyra J., J. A. 2012. Guía de las Altas Montañas de México y una de Centroamérica. Conabio. México. 411 p.
- Nobel, P. S. 1998. Los Incomparables Agaves y Cactus. Trillas. México. 211 p.
- Nobel, P. S. 2009. Sabiduría del Desierto, Agaves y Cactus: CO₂, Agua y Cambio Climático. Ed. Colegio de Postgraduados. México. 160 p.
- Ocegüera P., D. 1992. Evolución Histórica de la ENA-UACH 1854-1985. UACH. México. 66 p.
- O'Farrill, G., Calme, S., y González, A. 2006. *Manilkara zapota*: a new record of a species dispersed by tapirs. Tapir Conservation 15: 32-35.
- Oldest.org (Oldest Organization) 2020. Consultado en junio de 2020 en <https://www.oldest.org/nature/trees/>
- Palacios, R. A. 2006. Los mezquites mexicanos: biodiversidad y distribución geográfica. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica 41(1-2): 99-121.
- Pennington, T. D., y Sarukhán, J. 1968. Árboles Tropicales de México. UNAM, F.D.D. México. 523 p.
- Pennington, T. D., y Sarukhán, J. 2005. Árboles Tropicales de México. UNAM, F.D.D. México. 523 p.
- Perlin, J. 1989. A forest journey: the role of wood in the development of civilization. W. W. Norton and Co. New York. 445 p.
- Perú Birds. 2020. Consultado en junio 2020 en http://perubirds.org/galeria_Coqueta_de_cresta_rufa.shtml Vol. 4. NJ: McGraw-Hill Publishing Company.
- Pinterest. 2020. Consultado en junio de 2020 en <https://www.pinterest.it/pin/46373071143329671/>
- Ramírez M., H. 2017. Manual para la Elaboración de Programas de Manejo Forestal Maderable en Clima Templado Frío. Conafor. México.
- Rodd, T., y Stackhouse, J. 2008. Árboles. Guía Ilustrada. Milenio, Multimedia. Barcelona. 304 p.
- Rodríguez Trejo, D. A. 1996. Incendios Forestales. Mundi Prensa, UACH. México. 630 p.
- Rodríguez Trejo, D. A., Tchikoué, H., Cintora González, C., Contreras Aguado, R., de la Rosa Vázquez, A. 2011. Modelaje del peligro de incendio forestal en las zonas afectadas por el huracán Dean. Agrociencia 45(5): 593-608.
- Rodríguez Trejo, D. A. 2014. Incendios de Vegetación. Su Ecología, Manejo e Historia. Vol 1. Ed. C.P., C.P., UACH, USDA FS, US AID, FMCN, Semarnat, Conafor, PNPIF, Conanp, PNIP, AMPF, ANCF. México. 889 p.
- Rodríguez Trejo, D. A. 2015. Incendios de Vegetación. Su Ecología, Manejo e Historia. Vol 2. Ed. C.P., C.P., UACH, USDA FS, US AID, FMCN, Semarnat, Conafor, PNPIF, Conanp, PNIP, Gob. Edo. Tabasco, AMPF, ANCF. México. 819 p.
- Rodríguez-Trejo, D. A. *Nicotiana glauca*. In: Rodríguez-Trejo, D. A. Semillas Forestales (En prensa).

- Rodríguez Trejo, D. A., and Myers, R. L. 2010. Using oak characteristics to guide fire regime restoration in Mexican pine-oak and oak forests. *Ecological Restoration* 28(3): 304-323.
- Rodríguez-Trejo, D. A., and Hernández E., S. Physico chemical fire resistance mechanisms in the seed coat of *Lupinus montanus*. An hypothesis (Submitted).
- Rodríguez Trejo, D. A., Martínez Muñoz, P., Pulido Luna, J. A., Martínez Lara, P., y Cruz López, J. D. 2019a. Instructivo de Quemadas Prescritas para el Manejo Integral del Fuego. FMCN, USDA FS, US AID, Biomasa, UACH, Conanp, Conafor, ANCF. México. 181 p.
- Rodríguez Trejo, D. A., Pausas, J., Miranda, A. G. 2019b. Plant responses to fire in a Mexican arid shrubland. *Fire Ecology* 15(11): 1-9.
- Rodríguez Trejo, D. A., Martínez Muñoz, P., Pulido Luna, J. A., Martínez Muñoz, P., y Cruz López, J. D. 2020. Combustibles, comportamiento del fuego y emisiones en un pastizal y una sabana artificiales de Chiapas. *Revista de Biología Tropical* 68(2): 641-654.
- Rosas R., O. C., y Núñez P., R. 2014. Jaguar y puma. In: Valdez, R., y Ortega S., J. A. (eds.). *Ecología y Manejo del Fauna Silvestre en México*. Ed. C.P., C.P., Fundación Colpos, New Mexico State University, INIFAP, UACH, IICA, CKWRI. México. pp. 331-352.
- Romeu, E. 1995. Los pinos mexicanos, récord mundial de biodiversidad. *Conabio, Biodiversitas* 2: 11-15.
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Limusa. México. 432 p.
- Rzedowski, J. 1991. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Acta Botánica Mexicana* 14: 3-21.
- Rzedowski, J., y Equihua, M. 1987. *Flora. Atlas Cultural de México*. SEP, INAH, Ed. Planeta. México. 222 p.
- Salisbury, H. E. 1989. *The Great Black Dragon*. Little Brown and Co. Boston. 180 p.
- Sallon, S., Solowey, E., Cohen, Y., Korchinsky, R., Egli, M., Woodhatch, I., Simonchi, O., and Kiselev, M. 2008. Germination, genetics, and growth of an ancient date seed. *Science* 320: 1464.
- Sánchez González, A. 2008. Una visión actual de la diversidad y distribución de los pinos de México. *Madera y Bosques* 14(1): 107-120.
- Sánchez H., Ó., López S., G., García N. O. de la H., A., y Benítez D., H. 2011. Programa de monitoreo del cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletti*). México, Belice, Guatemala. Conabio, Semarnat. México. 269 p.
- Sánchez M., N. 1990. Época contemporánea. In: *Probosque (Protectora e Industrializadora de Bosques)*. Apuntes para la Historia Forestal del Estado de México. Probosque. México. pp. 181-227.
- Santos M., A., Trujano Á., A. L., Caldrón, J., y Briones S., M. 2000. Topos y musarañas: animales misteriosos y poco conocidos. *Biodiversitas* 32: 11-14.
- Sears, R., and Calambokidis, J. 2002. Update COSEWIC status report on the blue whale (*Balaenoptera musculus*) Atlantic population, Pacific population, in Canada. Environment Canada. Canada. 32 p.

- Silva Guzmán, J. A. 2008. Fichas técnicas sobre características tecnológicas y usos de maderas comercializadas en México. Tomo 1. Semarnat, INIFAP. México. 60 p.
- Simonian, L. 1995. Defending the Land of the Jaguar. A History of Conservation in Mexico. University of Texas Press. Austin. 326 p.
- Somerefo (Sociedad Mexicana de Recursos Forestales). 2020. Conociendo las instituciones educativas que imparten carreras forestales en México. Enero: 6-8. Consultado en junio de 2020 en <https://www.somerefomx.com/boletin-somerefo>
- Sosebee, R. E.; Wan, C. 1989. Plant ecophysiology: a case study of honey mesquite. In: Wallace, Arthur; McArthur, E. Durant; Haferkamp, Marshall R., compilers. Proceedings--symposium on shrub ecophysiology and biotechnology. Logan, UT, June 30 - July 2, 1987. Gen. Tech. Rep. INT-256. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Research Station. pp. 103-118.
- Sotomayor Castellanos, J. R., Herrera Ferreyra, M. A., y Cruz de León, J. 2003. Clasificación mecánica de la madera de 100 especies mexicanas. Memorias XII Congreso Mundial Forestal. Quebec, Canadá. FAO. Consultado en junio de 2020 en <http://www.fao.org/3/XII/1054-B4.htm>
- Suárez, G. 2019. Las instituciones comunitarias, base del éxito de las empresas forestales en Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible. Consultado en julio de 2020 en <https://www.ccmss.org.mx/las-instituciones-comunitarias-base-del-exito-de-las-empresas-forestales-en-nuevo-san-juan-parangaricutiro-michoacan/>
- Tenorio G., G., Rodríguez-Trejo, D. A., y López R., G. F. 2008. Efecto del tamaño y color de la semilla en la germinación de *Cecropia obtusifolia* Bertol (Cecropiaceae). *Agrociencia* 42: 585-593.
- The Congress Tral. Consultado el 2 de junio de 2020 de <http://www.redwoodhikes.com/SequoiaNP/Congress.html>
- The Gymnosperm Data Base. 2020. Consultado en junio de 2020 en https://www.conifers.org/pi/Pinus_rzedowskii.php
- Tory P., R., and Chalif, E. L. 1973. A Field Guide to Mexican Birds. Houghton Mifflin Co. Boston. 298 p.
- Universidad Autónoma Chapingo. 2020. Consultado en julio de 2020 en <http://dicifo.chapingo.mx/historia/>
- Valdez, R., y Ortega S., J. A. (eds.). 2014. Ecología y Manejo de Fauna Silvestre en México. Ed. C.P., C.P., Fundación Colpos, New Mexico State University, INIFAP, UACH, IICA, CKWRI. México. 556 p.
- Vargas Márquez, F. 1996. Compendio de Árboles Históricos y notables de México. Instituto Nacional de Ecología. México. 67 p.
- Vasek, F. 1980. Creosote Bush: Long lived clones in the Mojave Desert. *American Journal of Botany* 67(2): 246-255.
- Verduzco G., J. 1952. Algunos Aspectos del Problema de Sanidad Forestal en México. Barrie. México. 180 p.
- Verduzco G., J. 1976. Protección Forestal. Patena. México. 369 p.

Villanueva D., J., Cerano P., J., Stahle, D. W., Constante G., V., Vázquez S., L., Estrada Á., J., Benavides S., J. de D. 2010. Árboles longevos de México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 1(2): 7-29.

Villa Salas, A. B., Hernández O., E. A., y Sosa C., V. E. (eds.). 1990. Plan de Manejo Silvícola Integral para la Zona Norte de Quintana Roo. AMPFAC. México. 100 p.

Villaseñor, J. L., y Ortiz, E. 2014. Biodiversidad de plantas con flores (División Magnoliophyta) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad Supl.* 85: S134-S142.

Villers R., L., y Lopez B., J. (eds.). 2004. Incendios Forestales en México. Métodos de Evaluación. UNAM. México. 164 p.

Wikimedia. 2020. Consultado en junio de 2020 en https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/8e/Jabiru_%28Jabiru_myacteria%29_%2828782684062%29.jpg

Wise, E. (ed.). 1997. Guinness Book of Records. 1998. Guinness Pub. 249 p.

Yashina, S., Gubin, S., Marksimovich, S., Yashina, A., Gakhova, E., and Gilichinsky, D. 2012. Regeneration of whole fertile plants from 30 000-y-old fruit tissue buried in Siberian permafrost. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 109(10): 4008-4013.

Zavala Chávez, F. 1991. Los encinos mexicanos: un recurso desaprovechado. *Ciencia y Desarrollo* 15(95): 43-51.

ÍNDICES ALFABÉTICOS DE ESPECIES

Vegetales

- Abies religiosa* (Kunth) Schltld. et Cham. 1
Acacia farnesiana (L.) Willd. 49
Acacia milleriana Standl. 55
Acoelorrhapha wrightii Griseb. & H. Wendl. Ex Becc 25
Adansonia digitaria L. 5
Adenostoma fasciculatum Hook. & Arn. 26
Agave atrovirens Karw. ex Salm-Dyck 16
A. salmiana Otto ex Salm-Dyck 16
Ambrosia deltoidea (Torr.) Payne 15
A. dumosa (A. Gray) W. W. Payne 15
Aquilaria malaccensis Lam. 29
Arbutus xalapensis Kunth 50
Arctostaphylos 26
Ariocarpus fissuratus (Engelm.) K. Schum 17
Artocarpus altilis (Parkinson) Fosberg 33
A. heterophyllus Lam. 37
Astronium graveolens Jacq. 27
Attalea rostrata Oerst 33
Beaucarnea gracilis Lem. 8, 11
Boscia albitrunca (Burch.) Gilg-Ben. 44
Brahea 24, 25
Buddleja cordata Kunth. 36
Brahea edulis H. Wendl 49
Byrsonima crassifolia (L.) Kunth. 25
Callitropsis guadalupensis (S. Watson) D. P. Little 49
Calycophyllum candidissimum (Vahl.) DC. 34, 35
Carnegiea gigantea Britton & Rose 2
Castilla elastica Cerv. 33
Cecropia 37
Cecropia obtusifolia Bertold 33
Cedrela odorata L. 33, 46, 47
Ceiba pentandra (L.) Gaertn. 1, 8
Cercus candelabrus 3
Cnidioscolus multilobus (Pax.) I. M. Johnst. 33
Cocos nucifera L. 37
Cordia dodecandra A. DC. 29
C. eleagnoides DC. 27
Crescentia cujete L. 25, 37
Cupressus guadalupensis S. Watson 49
Curatella americana L. 25
Dalbergia 29
Dalbergia calderonii Standl 27
D. cearensis Ducke 29
D. granadillo Pittier 29
D. stevensonii Standl. 29
Dasylyrion lucidum Rose 25, 26
Dialum 35
Dialum guianense (Aubl.) Sandwith. 27, 28
Dioon 39
Dioon edule Lindl. 39
Dioon spinulosum Dyer ex Eichler 40
Ebenopsis ebano (Berl.) Britton & Rose 28
Echinocactus platyacanthus Link & Otto 5, 11
Elaeis guineensis Jacq. 46
Entada gigas (L.) Fawc. & Rendle 37
Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb. 8
Ephedra compacta Rose 33
Eucalyptus 46, 47
Eucalyptus camaldulensis Dehnh. 46, 47
E. grandis W. Hill. ex Maiden 46, 47
E. pellita F. Muell. 47
E. regnans F. Muell. 2
E. urophylla S. T. Blake 19, 46, 47
E. urophylla X *E. pellita* 19
E. urophylla X *E. camaldulensis* 47
Ferocactus 17
Ferocactus pringlei (J. M. Coult.) Britton & Rose 5
Ficus 5, 8
Fouquieria splendens Engelm. 33
Fraxinus uhdei (Wenz.) Lingelsh. 10

Guaiacum officinale L. 27
Guatteria 35
Guatteria anomala Donn. Sm. 1, 8
Guazuma ulmifolia Lam. 49
Handroanthus guayacan (Seem.) S. O. Grose 27
Hyparrhenia rufa (Nees) Stapf 22
Juniperus monticola f. *compacta* Martínez 15
Larrea tridentata (DC.) Coville 13, 15
Licania platypus (Hemsl.) Fritsch 37
Lodoicea maldivica (J. F. Gmel.) Pers. 37
Lupinus montanus H.B.K. 26
Liquidambar styraciflua L. 1
Manilkara zapota L. (P.) Royen 28, 55
Myroxylon balsamum L. 27
Neobuxbaumia tetetzo F. A. C. Weber ex K. Schum. Backe. 48
N. mezcalaensis (Bravo) Backeb 48
Nicotiana glauca Graham 36
Nothofagus moorei (F. Muell.) 13
Ochroma pyramidale (Car. ex Lam.) Urb. 19, 27
Olea europaea L. 10
Olneya tesota A. Gray 28
Opuntia basilaris Engel. & J. M. Bigelow 17
Opuntia ficus-indica (L. Mill.) 17
Pachycereus pringlei (S. Watson) Britton & Rose 2
P. weberi J. M. Coult. Backeb 2, 3
Persea americana Mill. 37
Phoenix dactylifera L. 41
Picea abies (L.) H. Karst. 13
P. arizonica Engelm. 27
P. ayacahuite Ehrem. ex Schltld. 40
P. caribaea (Sénécl.) W. H. Barrett & Golfari 44
P. cembroides Zucc. 40, 49
P. cembroides var. *bicolor* Little 32
P. cembroides var. *lagunae* (Robert-Passini) D.K. Bailey 50
P. chihuahuana Schiede ex Schltld & Cham. 27
P. cooperi C. E. Blanco 27
P. engelmannii Carr. 27
P. greggii Engelm. ex Parl. 46
P. hartwegii Lindl. 10, 14, 15, 23, 24
P. herrerae Martínez 40
P. jeffreyi Balf. 10
P. lambertiana Douglas 1
P. leiophylla Schiede ex Schltld & Cham. 23, 24, 27, 49
P. longaeva D. K. Bailey 10, 12
P. lumholtzii Robins & Ferris 32
P. maximartinezii Rzedowski 40, 49
P. monophylla Torr. & Frém. 32
P. oocarpa Schiede ex Schltld 23, 49
P. patula Schiede ex. Schltld. & Cham. 19, 46
P. pseudostrobus Lindl. 46
P. radiata var. *binata* (Engelm.) Lemmon 49
P. remota (Little) D. K. Bailey & F. G. Hawksworth 40
P. rzedowski Madrigal & M. Caball. 49, 51
P. strobiformis Engelm. 40
P. teocote Schiede ex Schltld. 49
Pithecellobium dulce (Roxb.) Benth. 30
Polylepis tarapacana Phil. 15
Populus brandegeei C. k. Schneider 50
P. monticola T. S. Brandege, Zoé 50
P. tremuloides Michx. 11
Pouteria sapota (Jacq.) H. E. Moore & Stearn 33, 37
Persea americana Mill. 37
Prosopis glandulosa Torr. 44
P. juliflora Torr. 30
P. laevigata (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M. C. Johnst. 30, 49
Pseudotsuga 21
Pseudotsuga menziesii var. *glauca* (Beissn.) A. E. Murray 10
Quercus candicans Née 40
Q. castanea Née 27
Q. crassifolia Bonpl. 25
Q. frutex Trel. 13, 14, 26, 40
Q. glaucoides M. Martens & Galeotti 30

- Q. hintonii* Warb. 49, 51
Q. insignis Martens & Galeotti 40
Q. laurina Bonpl. 40
Q. mexicana Humb. & Bonpl. 40
Q. microphylla Née 13, 32
Q. palmeri Engelm. 13
Q. potosina Trel. 13
Q. resinosa Liebm. 32
Q. rugosa Née 25, 36, 49, 51
Q. skinneri Benth. 40
Q. tomentella Engelm. 49.
Q. undulata Torr. 13, 14
Raphia regalis Becc. 33
Rhizophora mangle L. 18
Scheelea liebmanii Becc. 33
Schefflera morototoni (Aubl) Maguire, Steyerm. & Frodin 33
Sciadodendron excelsum Griseb. 49
Sequoia sempervirens Endl. 2, 29
Sequoiadendron giganteum (Lindl.) J. Bucholz 5
Silene stenophylla Ledeb. 41, 42
Spondias mombin L. 33, 55
Sterculia apetala Jaqq. H. Karst 33
Swietenia macrophylla King 2, 8
Tabebuia guayacan (Seem.) Hemsl. 27
Taxodium huegelii C. Lawson 5
T. mucronatum Ten. 5, 8, 12
Tectona grandis L. f. Lam. 33, 34
Terminalia Amazonia (J. F. Gmel) Excell 2, 8
Ulmus Mexicana (Liebm.) Plancht. 2, 3
Vachellia farnesiana (L.) Wight et Arn. 49
- Fauna silvestre**
- Acris crepitans* Baird 57
Argentinosaurus Bonaparte & Coria 63
Athis ellioti Ridgway 52
Atractosteus spatula Lacépède 60
Baiomys taylori analogus Osgood 57
Balanoptera musculus Linnaeus 63
Basiliscus vittatus Wiegmann 60
Bison bison Linnaeus 55
Boa constrictor Linnaeus 57
Bufo marinus Schneider 58
Canis lupus baileyi Nelson & Goldman 55.
Carcharodon carcharias Linnaeus 65
Crocodylus acutus Cuvier 57
Cryptotis nelson Merriam 57
C. obscura Merriam 57
C. peregrina Merriam 57
Dermochelys coriacea Vandelli 59
Epictia phenops Cope 57
Eschrichtius robustus Lilljeborg 65
Falco peregrinus Tunstall 54
Gastrophyrne olivacea Hallowell 57
Gymnogyps californianus Shaw 52
Harpia harpyja Linnaeus 52
Hyla plicata Brocchi 57
Jaribu mycteria Lichtenstein 52
Kinosteron sonoriense LeConte 59
K. vogti López-Luna 59
Lophornis delattrei Lesson 52
L. helenae Delattre 52
Manta birostris Walbaum 65
Mellisuga helenae Lembeye 54
Mirounga angustirostris Gill 63
Mimus polyglottos Linnaeus 54
Notiosorex cockrumi Baker, O'Neill & McAilley 57
Notiosorex crawfordi Coues 57
Notropis saladonis C. L. Hubbs & C. Hubbs 60
N. tropicus C. L. Hubbs & R. R. Miller 60
Panthera leo Linnaeus 55
P. tigris Linnaeus 55
P. onca Linnaeus 55

Paphosia helenae DeLattre 52
Pharomacrus mocinno La llave 54
Phocoena sinus Norris & McFarland 65
Physeter macrocephalus Linnaeus 63
Riftia pachytila M. L. Jones 65
Rhinella marina Linnaeus 58
Rhyncodon typus A. Smith 65
Sarcoramphus papa Linnaeus 52
Sorex milleri Jackson 57, 58
Tapirus bairdii Gill 55
Trichechus manatus Linnaeus 63
Ursus americanus Pallas 55

Insectos y arácnidos

Brachypelma smithi F. O. Pickard-Cambridge 60
Danaus plexippus plexippus Linnaeus 60
Dendroctonus adjunctus Blandford 27
D. mexicanus Hopkins 27
D. frontalis Zimmerman 27
Ips lecontei Swaine 27
Megasoma elephas Fabricius 60
Psalmopoeus victori Mendoza 60
Thysania agrippina Cramer 60, 61

