

Capítulo 17. Bosque de coníferas

Los bosques de coníferas, tan frecuentes en las zonas de clima templado y frío del hemisferio boreal, también caracterizan muchos sectores del territorio de México, donde presentan amplia diversidad florística y ecológica. Se les encuentra prácticamente desde el nivel del mar hasta el límite de la vegetación arbórea; prosperan en regiones de clima semiárido, semihúmedo y francamente húmedo y varios existen sólo en condiciones edáficas especiales.

Si bien algunos parecen representar comunidades secundarias, que se mantienen como tales debido al disturbio causado por el hombre, otros corresponden a la fase clímax y al parecer han existido en México desde hace muchos millones de años.

Según Flores et al. (1971), el conjunto de los bosques de coníferas ocupa cerca de 15% del territorio del país y más de 9/10 de esta superficie corresponde a los de *Pinus* o de *Pinus* y *Quercus*. Les siguen en importancia, en cuanto a la extensión, los bosques de *Juniperus* y los de *Abies*, siendo los restantes de distribución muy restringida y localizada.

La asociación de *Taxodium mucronatum* califica como bosque en galería (véase cap. 19 pág. 347). Las demás comunidades se describen a continuación en incisos consecutivos, agrupadas por géneros a que pertenecen las especies dominantes.

A. Bosque de *Pinus*

De acuerdo con Critchfield y Little (1966) existen en México 35 especies del género *Pinus*, número que representa 37% del total de especies que los mismos autores reconocen para el mundo entero. La gran mayoría de los pinos mexicanos posee una distribución geográfica restringida al territorio de este país y a algunas áreas vecinas y casi todos constituyen elementos dominantes o codominantes en la vegetación actual. Los pinares son comunidades vegetales muy características de México y ocupan vastas superficies de su territorio.

Por la morfología y la disposición de sus hojas, los pinos poseen una fisonomía particular y los bosques que forman presentan un aspecto que difícilmente puede confundirse con el de otros tipos de vegetación. Si bien el conjunto de los pinares establece una unidad fisonómica bien definida, no sucede exactamente lo mismo desde el punto de vista ecológico. Aunque la mayoría de las especies mexicanas de *Pinus* posee afinidades hacia los climas templados a fríos y semihúmedos y hacia los suelos ácidos, existen notables diferencias entre una especie y otra y algunas que no se ajustan a estas normas prosperan en lugares francamente calientes, en lugares húmedos, en los semiáridos, así como sobre suelos alcalinos. Por otra parte, dentro de las mismas zonas de clima templado y semihúmedo, los pinares no constituyen el único tipo de vegetación prevaleciente, pues compiten ahí con los bosques de *Quercus* y a veces son los de *Abies*, de *Juniperus*, de *Alnus* y con algunas otras comunidades vegetales.

De hecho, la similitud de las exigencias ecológicas de los pinares y de los encinares da como resultado que los dos tipos de bosques ocupen nichos muy similares, que se

desarrollen con frecuencia uno al lado del otro, formando intrincados mosaicos y complejas interrelaciones sucesionales y que a menudo se presenten en forma de bosques mixtos, todo lo cual dificulta su interpretación y cartografía precisa. En virtud de tales circunstancias, muchos autores (Leopold, 1950: 510-511; Hernández X., 1953: 357-361; Martin, 1958: 36-38; Guzmán y Vela, 1960: 53-54; Duellman, 1965: 646-648; Smith, 1965: 112-116; Rzedowski, 1966: 184-196; Rzedowski y McVaugh, 1966: 55-68, y otros) optaron por fundir en sus estudios a los bosques de *Pinus* y los de *Quercus* en un sólo tipo de vegetación, a pesar de las significativas diferencias fisiológicas entre unos y otros. Sin menospreciar este enfoque, que tiene fuertes argumentos a su favor, en la presente síntesis se juzgó conveniente tratarlos por separado, con el propósito principal de ganar claridad en la exposición.

Con la posible excepción de la Península de Yucatán, existen bosques de pino en todas las entidades federativas del país. Su distribución geográfica coincide a grandes rasgos con la de los elevados macizos montañosos; así se presentan en los extremos norte y sur de Baja California, a lo largo de la Sierra Madre Occidental, del Eje Volcánico Transversal, de la Sierra Madre del Sur, de las sierras del norte de Oaxaca y de las dos grandes sierras de Chiapas. En la Sierra Madre Oriental también existen, aunque en forma más dispersa, pues ahí en función de menores altitudes y de la existencia de grandes áreas con caliza como roca madre, los encinares constituyen, por lo general, el tipo de bosque predominante. Se localiza un manchón en la Sierra de Tamaulipas, ubicada en la Planicie Costera Nororiental del Golfo de México, al igual que en muchas otras sierras y sierritas aisladas dentro de la gran zona árida del Altiplano, sobre todo en el estado de Coahuila (Muller, 1947). En total, el área actualmente cubierta por bosques de pinos en la República Mexicana puede calcularse en aproximadamente 5% del territorio. Este valor era tal vez 2 a 3 veces mayor en tiempos anteriores a la colonización humana. No cabe duda que muchas regiones del país, caracterizadas por este tipo de vegetación, han tenido que sufrir los efectos de una fuerte presión demográfica, debido a los rasgos favorables de su clima tanto para la vida del hombre, como para la prosperidad de la agricultura y de la ganadería.

Sobre suelos arenosos derivados de rocas graníticas en la Planicie Costera del norte y centro del vecino país de Belice, al igual que en algunas regiones vecinas del Departamento de Petén, en Guatemala (Bartlett, 1935; Lundell, 1940) se desarrollan vastos bosques de *Pinus caribaea*, que crecen en muchos sitios a altitudes cercanas a 0 m y en condiciones de clima caliente y húmedo. Según Standley y Steyermark (1958: 46) la mencionada especie también se encuentra en el Territorio de Quintana Roo, pero se ignora si llega a formar bosques.

En algunas localidades de Chiapas, Oaxaca y Guerrero manchones dominados por *Pinus oocarpa* también penetran profundamente en áreas de clima caliente y se les ha registrado a 150 m sobre el nivel del mar (Chavelas, com. pers.).

Sin embargo, el grueso de la masa forestal de pinos mexicanos se desarrolla a altitudes entre 1 500 y 3 000 m. A elevaciones mayores los pinares también son frecuentes y constituyen el único tipo de bosques que alcanza el límite superior de la vegetación arbórea, situado en el norte de México a 3 650 msnm. (Beaman y Andresen, 1966). En el centro y sur del país esta línea se ubica aproximadamente a unos 4000 m de altitud (Miranda, 1947: 102; Miranda 1952, I: 156; Beaman, 1962), pudiendo sobrepasar localmente la cota de 4 100 m.

Cuando la altitud de la montaña excede los valores mencionados, el pinar limita en su parte superior con los zacatonales o con otro tipo de vegetación alpina. En muchas partes de México los cerros menos elevados (sobre todo entre 2 500 y 3 900 m) llevan el pinar en sus cumbres y laderas superiores (Fig. 299).

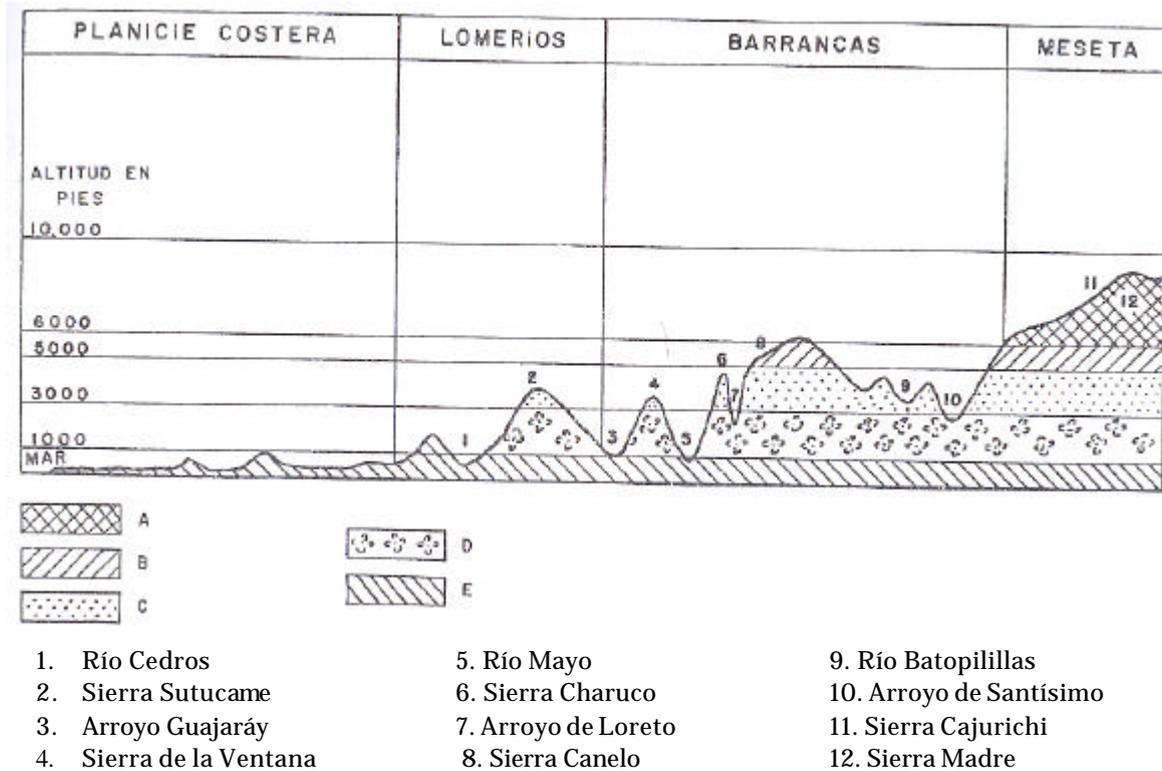


Figura 299. Perfil de la vegetación a lo largo del eje del Río Mayo, siguiendo la línea de Navojoa, Sonora, a Memelichi, Chihuahua, según Gentry (1942): A –pinar superior, B –pinar inferior, C –encinar, D –bosque tropical caducifolio (“short tree forest”), E –bosque espinoso. Ligeramente modificado del original.

De lo expuesto puede deducirse que una gran variedad de condiciones climáticas corresponde a los bosques de *Pinus* en el territorio de la República y, en efecto, los límites absolutos de distribución marcan tolerancia de temperatura media anual entre 6 y 28° C, así como entre clima totalmente libre de heladas y otros en que este fenómeno puede presentarse en todos los meses del año (Figs. 300, 301, 302, 303). En cuanto a la humedad, los bosques de *P. cembroides* y de otros piñoneros prosperan en sitios en que llueva solamente 350 mm en promedio anual, concentrados prácticamente en 5 meses, en cambio la comunidad de *P. patula* requiere más de 1 000 mm de precipitación anual, distribuidos en 7 a 11 meses (Vela, com. pers.).

Restringiendo la caracterización climática al área de las grandes masas forestales de pino, pueden aproximarse los límites entre 10 y 20° C de temperatura media anual y entre 600 y 1 000 mm de lluvia al año, lo cual correspondería al tipo Cw de la clasificación de Koeppen (1948). En general son áreas afectadas por heladas todos los años y la precipitación se concentra en 6 a 7 meses.

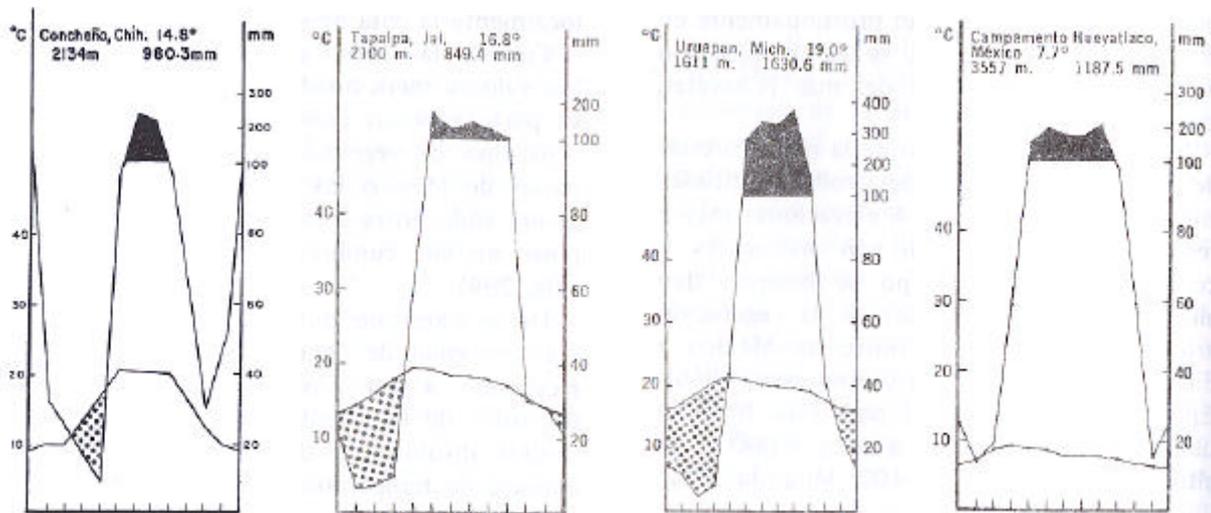


Figura 300.
Diagrama
ombrotérmico de
Concheño,
Chihuahua.

Figura 301.
Diagrama
ombrotérmico de
Tapalpa, Jalisco.

Figura 302.
Diagrama
ombrotérmico de
Uruapan,
Michoacán

Figura 303.
Diagrama
ombrotérmico de
Campamento
Hueyatenco, México

Por lo que se refiere al substrato geológico, es notable la preferencia que muestran los pinares de México por áreas cubiertas por rocas ígneas, tanto antiguas como recientes. También se les encuentra a menudo sobre gneis y esquistos, así como sobre margas, areniscas, lutitas y calizas, aunque sobre estas últimas con mucho menos frecuencia. Es común observar que el contacto entre roca ígnea y sedimentaria marina corresponde a un límite neto entre el pinar y otra comunidad vegetal.

La razón de esta preferencia por las rocas volcánicas no está perfectamente clara. Es del conocimiento general que la mayor parte de las coníferas tolera mejor los suelos ácidos. En México las rocas ígneas producen, en condiciones de clima semihúmedo, suelos cuyo pH varía generalmente entre 5 y 7 (Aguilera, Dow y Hernández-Sánchez, 1962), que son los que corresponden a la mayoría de los bosques de pino en el país. Cabe señalar, sin embargo, que los suelos que sirven de asiento a la mayoría de los encinares en México también presentan características similares, inclusive en zonas donde predomina la caliza, pues estos suelos carecen a menudo de carbonato de calcio en forma libre (Rzedowski, 1966: 59).

No debe excluirse la posibilidad de que la afinidad de los pinares por substratos de naturaleza ígnea obedezca, al menos en parte, a causas de tipo histórico, pues cabe suponer que la evolución de muchas especies mexicanas del género *Pinus* estuvo ligada cronológicamente con épocas de intensa actividad volcánica.

El color del suelo, su textura y el contenido en nutrientes presentan variaciones considerables de un lugar a otro; son bastante frecuentes las tierras rojas, más o menos arcillosas, derivadas de basaltos, en cambio, las andesitas producen a menudo coloraciones cafés y texturas más livianas. Los suelos negros o muy oscuros también son frecuentes, sobre todo a más de 3 000 m de altitud. Con el espesor del suelo tampoco hay mucha correlación, pues si bien los pinares con frecuencia pueden

desarrollarse sobre litosoles de corrientes de lava de escasa edad o bien sobre pendientes pronunciadas y peñascos, crecen muy bien en suelos profundos; sin embargo, no parecen tolerar deficiencias de drenaje.

Es característico de estos bosques un horizonte de humus de unos 10 a 30 cm y el suelo se halla siempre cubierto de hojas de pino, lo cual se traduce en una superficie resbalosa que a menudo dificulta la travesía, sobre todo en pendientes pronunciadas.

Los pinares se desarrollan con frecuencia en suelos deficientes en varios componentes minerales (Aguilera, Dow y Hernández-Sánchez, 1962) y es probable que las micorrizas jueguen un papel significativo en la supervivencia y en el potencial competitivo de estos bosques. Aunque las micorrizas en México se han estudiado muy poco, su importancia puede deducirse indirectamente a través de la abundancia en los pinares de hongos que se conocen como formadores de esta asociación simbiótica.

Los suelos de muchos pinares mexicanos se han clasificado comúnmente como podsólicos cafés y rojos o forestales de montaña (Aguilera, Dow y Hernández-Sánchez, op. cit.), ambas categorías pertenecientes al gran grupo de suelos podsólicos.

No cabe duda de que la influencia del hombre sobre la distribución geográfica y la composición florística de los pinares en México ha sido y sigue siendo de mucha consideración.

La explotación forestal inadecuada, sobre todo la clandestina, así como los desmontes para fines de ampliación de zonas agrícolas, ganaderas y habitacionales constituyen factores que restan superficie a los bosques y modifican la composición de los que quedan. El pastoreo, sin embargo, y sobre todo el uso tradicional del fuego como instrumento de manejo de los pastos quizá ejercen en la actualidad mayor influencia sobre los pinares que la suma de todos los demás elementos de disturbio. Se calcula que cuando menos 80% de la superficie ocupada por este tipo de vegetación está sometida a incendios periódicos que dejan sus huellas en la corteza de los troncos (Fig. 304).



Figura 304. Interior del bosque de *Pinus hartwegii*, mostrando la corteza ennegrecida de los troncos, debido a los frecuentes incendios.

A pesar de que se trata de un aspecto de fundamental interés práctico y económico, se carece casi por completo de investigaciones encaminadas a conocer la dinámica de la vegetación en áreas de pinares mexicanos y lo poco que se sabe o se supone deriva exclusivamente de observaciones en su mayoría casuales y desligadas, pues no se han realizado aún estudios experimentales.

La revisión de la literatura demuestra que existen dos puntos de vista radicalmente opuestos en cuanto al supuesto efecto que tiene el fuego sobre el desarrollo de los pinares en México y en otros países de América intertropical. Un grupo de autores, como Loock (1950: 55-62), Miranda, (1952, I: 60), Rzedowski y McVaugh (1966: 58) consideran que los incendios son francamente perjudiciales para el desarrollo y la permanencia del bosque de pino, pues de no destruirlos impiden su regeneración, y piensan que su empleo desempeña un papel de suma importancia en la reducción de las áreas forestales.

Otros especialistas sostienen, por el contrario, que el fuego constituye en muchas partes un importante factor ecológico que contribuye al mantenimiento de estas coníferas frente a la competencia de otras especies menos resistentes a los incendios. El primero en proponer esta hipótesis para Centroamérica fue Cook (1909), quien basándose en hallazgos hechos en Guatemala de raíces de pinos en áreas actualmente ocupadas por vegetación más exuberante, supuso que en tiempos prehistóricos los pinares estaban aún más extendidos que ahora, debido a las intensas actividades de grandes poblaciones indígenas. Raíces semejantes se han localizado también en Honduras y en Nicaragua (Denevan, 1961: 279), y en Chiapas Miranda (1953: 289-290) menciona haber encontrado restos de árboles de pino en medio del bosque tropical perennifolio.

Varios autores (Ciferri, 1936; Bartlett, 1956; Budowski, 1959; Denevan, 1961, y otros) apoyan la opinión de Cook y extrapolan su validez a las Antillas y a otras regiones tropicales. En cuanto a México, en particular, es en el trabajo de Sánchez y Huguet (1959: 29), donde se desarrollan nociones similares.

Estas consideraciones llevan como consecuencia la idea de que los pinares son comunidades no climácicas y los más asiduos partidarios de tales puntos de vista, como por ejemplo Budowski, (1966: 18) llegan a juzgar que ". .. it is well known that pines are secondary species except in very poor sites. . .".

En realidad, lo que sí se sabe bien es que, fuera de Centroamérica y de la región antillana, también hay especies de *Pinus* que dominan en comunidades francamente secundarias, algunas de ellas mantenidas por el fuego. Este es el caso de *P. taeda* en las llanuras del sureste de Estados Unidos de América, de *P. halepensis* en la región mediterránea, de *P. sylvestris* en algunas partes de Europa, etc. Por otra parte, sin embargo, es del conocimiento común que en el hemisferio boreal existen muy grandes extensiones cubiertas por bosques clímax, en los que prevalecen total o parcialmente los pinos. Es cierto que en muchos casos estos bosques se desarrollan en áreas con climas relativamente severos, caracterizados por una época fría larga (por ejemplo *Pinus sibirica*) o por una época seca larga (por ejemplo *Pinus ponderosa*), pero tales condiciones de ninguna manera califican como "very poor sites" y la mencionada generalización de Budowski carece de fundamentos sólidos.

La verdad, como en tantos otros casos, se halla aparentemente a medio camino. Si bien es cierto que los incendios demasiado frecuentes destruyen los bosques y los degradan hasta convertirlos en comunidades más sencillas, también es indudable que muchos pinares mexicanos deben su existencia y su gran superficie actual a la influencia periódica del fuego a nivel de sus estratos inferiores.

LeSueur (1945: 15-21) y Little (1962: los) piensan que los extensos y continuos bosques de pino que predominan en la Sierra Madre Occidental dan la apariencia de

bosques clímax. El autor de estas líneas comparte tal opinión y cree que también otros pinares, como los de *P. hartwegii*, los de *P. ayacahuite*, la mayoría de los de *P. pseudostrobus* muchos más representan comunidades clímax.

En altitudes superiores a 3 200 m, por ejemplo, en sitios que no son suficientemente húmedos para la existencia de *Abies*, no prosperan prácticamente otros árboles, sino los del género *Pinus*.

Little (loc. cit.) cree que los bosques de pinos ubicados en México cerca del límite inferior de su distribución son los que con mayor frecuencia constituyen fases sucesionales mantenidas por el fuego. Tal hecho probablemente es cierto, pues en estas situaciones climáticas abundan sobre todo comunidades de *Pinus oocarpa*, especie al parecer resistente y muy favorecida por los fuegos, ya que presenta la característica de conos serotinos, que por acción de altas temperaturas se abren y permiten la liberación simultánea de grandes cantidades de semilla. A mayores altitudes, sin embargo, también hay pinos, cuya abundancia tiene que ver con las actividades humanas. Vela (com. pers.), por ejemplo, ha estudiado los bosques de *P. patula* que prosperan en el este de México. De acuerdo con lo observado por el mencionado investigador, tal comunidad no constituye en la mayoría de los casos una fase clímax, pues este pinar tiene la capacidad de invadir rápidamente las áreas desprovistas de vegetación, formando una comunidad muy densa que impide el establecimiento de otros elementos arbóreos en sus primeras fases de desarrollo. En cambio, en los bosques maduros de *P. patula* la regeneración de esta especie es escasa o nula y abundan plantas de *Quercus* que con el tiempo desplazan al pino. Cabe agregar que los incendios son frecuentes en la zona y que *P. patula* también presenta conos serotinos. *Pinus leiophylla*, en el Valle de México, parece invadir con frecuencia los encinares incendiados o perturbados de otra manera.

Es muy probable que dentro de las diferentes series sucesionales hay algunas, en las que pinares de una especie substituyen a los de otra. Así, por ejemplo, LeSueur (1945: 19-20), considera que los bosques de *P. reflexa* y los de *P. lambertiana*, de Chihuahua, son fases sucesionales del de *P. ponderosa*. Egger (1948: 422) cree que los pinares puros (de *P. leiophylla* y de *P. pseudostrobus*) de la región de Uruapan, Michoacán, parecen representar un subclímax y que la vegetación estable corresponde al bosque mixto de *Quercus* y *Pinus*. Ern (1973a: 23) opina también que las comunidades dominadas por *P. leiophylla*, por *P. teocote*, por *P. rudis*, por *P. oaxacana*, por *P. montezumae* y algunas de las de *P. hartwegii* son secundarias y el clímax correspondiente es el bosque más mesófilo pero menos resistente al fuego de *Abies religiosa*, *Cupressus lindleyi*, *Pinus ayacahuite* y *P. pseudostrobus*. La existencia de estas sucesiones es más difícil de detectar, pero su dilucidación puede ser de mucho interés ecológico y económico. Todo el problema en general representa un campo muy fértil para futuras investigaciones.

En resumen cabe concluir que, en cuanto a comportamiento ecológico se refiere, la distribución de los pinares mexicanos se ajusta en la mayor parte de los casos al cuadro general mundial: son en su mayoría comunidades resistentes a heladas, a un largo periodo de sequía, a incendios frecuentes, al pastoreo y a otros tipos de maltrato; se establecen a menudo sobre suelos someros, rocosos y muchas veces pobres en nutrientes minerales. No se limitan, sin embargo, a tales condiciones, pues gracias a su agresividad son capaces de invadir sitios más favorables y prosperar en ellos, aunque, de no persistir las circunstancias propicias, pueden sucumbir a la larga ante la competencia de otras

asociaciones vegetales mejor adaptadas.

Dentro de la riqueza forestal de México los pinares constituyen un recurso de primera importancia por la demanda de su madera, por la facilidad de su explotación, por la relativa rapidez del crecimiento de muchas de sus especies y sobre todo por la extensa área de distribución y buen desarrollo que presentan estos bosques en el país.

De acuerdo con las estadísticas forestales (Anónimo, 1973), en 1972 se explotaron en México 4 577 251 m³ de madera de pino, lo que constituye aproximadamente las tres cuartas partes del volumen total de la producción maderera para el mismo año, incluyéndose también en este renglón la leña para combustible y la que se utiliza como materia prima para papel y celulosa. Sólo para este último fin se destinaron 995 487 m³, ya que desde hace tiempo existe una fuerte tendencia de utilizar cada vez mayor porcentaje de la producción de madera de pino en la industria papelera.

El resto del volumen explotado se dedica principalmente para la construcción y ebanistería, para la elaboración de triplay y de chapas, para cajas, duelas, así como para puntales de minas, postes y durmientes de ferrocarril. Las especies maderables más explotadas son: *P. arizonica*, *P. engelmannii*, *P. montezumae*, *P. pseudostrobus*, *P. ayacahuite*, *P. cooperi* y *P. durangensis*.

La extracción de resina constituye otro tipo de aprovechamiento de bosques de pinos. La resinación se realiza generalmente en zonas donde el tamaño de los árboles y la rapidez de su crecimiento no son adecuados para una explotación maderera intensiva. En México se concentra en los estados de Michoacán, México y Jalisco, sobre todo en el primero. En 1972 (Anónimo, 1973a) se explotaron en total 52 149 toneladas de resina, de las cuales se obtuvieron 9 770 toneladas de brea y 2 140 toneladas de aguarrás. Casi toda esta producción se exporta con buen éxito al extranjero. Las especies más frecuentemente resinadas son *P. oocarpa*, *P. michoacana*, *P. leiophylla*, *P. pseudostrobus*, *P. montezumae* y *P. teocote*.

Las semillas comestibles de las especies piñoneras, sobre todo de *P. cembroides*, son objeto de recolección y comercio. El estado de Nuevo León parece ser el principal proveedor de piñones de la República.

Es relativamente raro el uso de la madera de pino como combustible y se limita a sitios en que es difícil conseguir otro tipo de leña. De mucho mayor importancia es el llamado "ocoteo", que consiste en la obtención de rajadas de madera impregnadas de resina que se emplean para encender fuego en las cocinas y más rara vez para fines de iluminación. El ocoteo destruye rápidamente los árboles y aunque ahora no es tan frecuente como en otros tiempos, es una de las causas serias de la deforestación clandestina (Fig. 305).

Grandes extensiones de lo que otrora eran bosques de *Pinus* se dedican hoy a la agricultura, principalmente de temporal. A altitudes inferiores a 3 000 m los cultivos más comunes en estas zonas son: maíz, frijol, avena, trigo, cebada, haba y algunos frutales de clima templado. Por encima de la cota mencionada hay relativamente pocos terrenos planos o de poca inclinación, lo que no impide que en algunas áreas se siembre la papa y la avena.

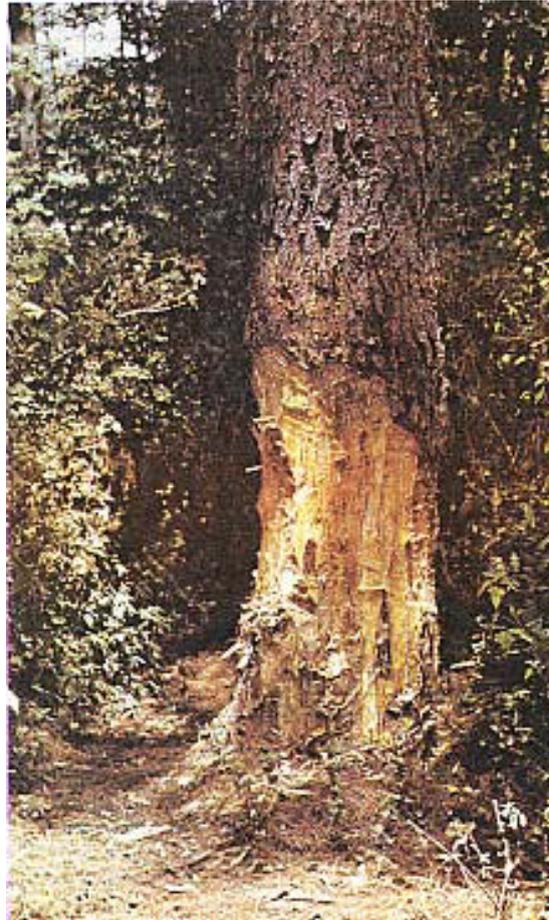


Figura 305. Pino “ocoteado”.

Las diferencias morfológicas entre las distintas especies dominantes, la diversidad de elementos acompañantes, así como la variedad de condiciones ecológicas en las que prosperan los pinares son los principales responsables de la amplia gama de variantes dentro del tipo fisonómico general de este bosque.

En todos los casos se trata de una comunidad siempre verde, pues tal condición la imponen los pinos, pero la presencia eventual de otros árboles, sobre todo del género *Quercus*, con frecuencia hace que el bosque pueda ser más o menos caducifolio, en función del grado de abundancia de la biomasa de estos elementos acompañantes de hoja decidua.

El sotobosque de casi todos los pinares ofrece cambios fenológicos notables a lo largo del año, en función de las condiciones climáticas. Tal sotobosque está formado mayormente por plantas herbáceas, que en parte desaparecen por completo de la superficie del suelo en la época desfavorable, y las especies que persisten suelen cambiar de color, de tal manera que a fines del periodo seco las tonalidades amarillas prevalecen en los niveles inferiores.

La altura del bosque es variable; en la mayor parte de los casos oscila entre 8 y 25 m, pero puede alcanzar hasta 40 m. Se han observado pinos arbóreos enanos (1 a 4 m de

alto) cerca de Guadalajara y en algunos otros sitios, pero se trata de situaciones excepcionales, que probablemente resultan de un disturbio muy intenso y especial, o bien se presentan esporádicamente cerca del límite de la vegetación arbórea (Miranda, 1947: 102). El único caso de verdadero matorral cespitoso de pinos que se conoce en México es el correspondiente a *Pinus culminicola*, de la parte más alta del Cerro Potosí, que se describe en el inciso B de este capítulo.

Los troncos de los pinos son generalmente derechos y cuando estos árboles forman un bosque, sólo suelen persistir las ramas superiores que forman a menudo una copa más o menos hemisférica característica. El grosor de los fustes en algunos lugares no explotados pasa de 1 m, pero más comúnmente varía entre 20 y 60 cm.

La densidad de estos bosques es también en extremo variable. Algunos, como por ejemplo los de *P. patula* (Fig. 306), *P. ayacahuite* o *P. strobus* var. *chiapensis*, pueden formar cerradas y sombrías espesuras, pero lo más común es que sean moderadamente abiertos y que penetre bastante luz e incluso un buen porcentaje de rayos solares directos hasta el suelo. Hacia las regiones de clima más árido, principalmente en el norte de la República, se presentan algunos pinares francamente abiertos, que los autores de habla inglesa denominan a veces "pine savannah". Es probable que este tipo de bosque no represente siempre las condiciones naturales y que se mantenga artificialmente.

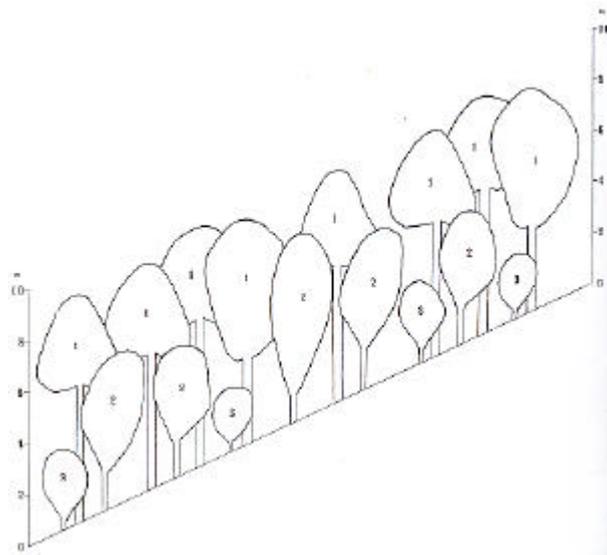


Figura 306. Perfil esquemático del bosque de *Pinus patula*, cerca de Zacualtipán, Hidalgo; 1. *Pinus patula*, 2. *Quercus crassifolia*, 3. *Vaccinium leucanthum*.

Muchas veces los bosques de pino se presentan puros, es decir, dominados por una sola especie y sin mayor intervención de otros elementos leñosos. En tales casos no existe prácticamente más que un estrato arbóreo, uno herbáceo y uno rasante. Las trepadoras altas y leñosas son escasas o ausentes, al igual que por lo general las epifitas vasculares, ya que los pinos no parecen ofrecerles un substrato favorable, quizá debido a la resina que secretan. Sus parásitos o hemiparásitos vegetales más frecuentes son lorantáceas del género *Arceuthobium*, así como hongos del grupo de los poliporáceos,

sobre todo especies de *Fomes*. Infestaciones severas por estos organismos se presentan comúnmente en bosques que ya habían sido dañados por algún otro agente.

El fuerte desarrollo del estrato herbáceo, cuyos componentes cuantitativamente más importantes son, por lo general, las gramíneas, suele resultar favorecido por los frecuentes incendios, mismos que también con seguridad eliminan muchos elementos arbustivos. Sin embargo, la dominancia de las gramíneas parece ser a menudo un fenómeno natural e independiente del disturbio. Cualquiera que sea el determinismo original de su presencia, el papel preponderante que tienen las gramíneas en el estrato herbáceo propicia a su vez la propagación del fuego.

Los elementos más conspicuos del estrato rasante y de las sinusias epifíticas son musgos, líquenes y hongos. Su desarrollo e importancia varían mucho de un lugar a otro y en general son mayores en situaciones más húmedas, sombreadas y protegidas. En cuanto a la micoflora, es preciso señalar su relativa abundancia y riqueza dentro de estos bosques, fenómeno que en parte al menos, se debe a las asociaciones micorrícicas de las raíces de los pinos.

Los géneros frecuentes de hongos macrocópicos son: *Amanita*, *Auriscalpium*, *Baeospora*, *Boletus*, *Cantharellus*, *Clitocybe*, *Collybia*, *Gomphidens*, *Helvella*, *Hygrophoropsis*, *Hygrophorus*, *Inocybe*, *Laccaria*, *Lactarius*, *Leucopaxillus*, *Lycoperdon*, *Naematoloma*, *Pholiota*, *Piptoporus*, *Rhodophyllus*, *Russula*, *Sarcodon*, *Tricholoma* y de líquenes *Cladonia*, *Cora*, *Parmelia*, *Ramalina* (según Guzmán, com. pers.). En cambio, entre los musgos destacan especies de *Brachytecium*, *Dicranum*, *Entodon*, *Leptodontium*, *Leucodon*, *Orthotrichum*, *Rozea*, *Symblypharis* y *Thuidium* (Delgadillo, com. pers.).

La presencia de otros árboles en los pinares hace que con frecuencia puedan distinguirse uno o dos estratos más en la estructura de la comunidad. Su existencia determina por lo general una serie de microhabitats y nichos ecológicos particulares, como por ejemplo los propios de las epifitas y de las trepadoras. También puede favorecerse el establecimiento de arbustos y otros elementos esciófilos a expensas de las heliófilas gramíneas.

La estructura de los bosques mixtos de pinos y encinos (*Quercus*) frecuentemente revela la existencia de un estrato superior de los primeros y otro más bajo de los segundos (Fig. 307). En general es raro encontrar árboles maduros de *Pinus* en niveles inferiores de la comunidad, hecho que parece estar en relación con sus fuertes exigencias de luz directa.



Figura 307. Bosque de *Pinus patula* con un estrato inferior de *Quercus crassifolia* ("encino roble"), cerca de Zacualtipán, Hidalgo.

El espectro biológico de los pinares indica una fuerte preponderancia de los elementos herbáceos sobre los leñosos. A diferencia de la monotonía florística que prevalece en el estrato arbóreo, a menudo la variedad es grande a niveles inferiores, donde abundan con frecuencia flores vistosas de diferentes colores. La familia Compositae suele estar muy bien representada, además de las Gramineae ya mencionadas.

Desde el punto de vista de las afinidades de su flora, son en general evidentes las ligas con la región holártica, sobre todo con el oeste de Norteamérica. Hay muchos géneros que señalan también relaciones con los Andes y con otras áreas montañosas de Sudamérica, y un grupo numeroso constituye los elementos autóctonos. A nivel de especie la gran mayoría de los componentes de los pinares mexicanos son taxa restringidos en su distribución geográfica a México y a veces a algunas zonas adyacentes.

La participación de los diferentes grupos de elementos florísticos varía de unos pinares a otros y en general la proporción de géneros de afinidades boreales es mayor entre 2 000 y 3 000 m de altitud y se reduce al disminuir esta última. La influencia de la flora holártica va decreciendo asimismo de noroeste a sureste, aunque no muy regularmente. En Belice, por ejemplo, en la comunidad de *P. caribaea*, que se desarrolla entre 700 y 900 m de altitud, casi no existe ya a nivel del sotobosque, aun cuando se mantiene en el estrato arbóreo de la asociación. El espectro global de este pinar indica una fuerte predominancia de elementos pantropicales, aunque también son importantes los neotropicales.

A grandes rasgos, puede señalarse la presencia relativamente frecuente de plantas de los siguientes géneros en los bosques de pinos mexicanos:

Árboles: *Quercus*, *Juniperus*, *Abies*, *Arbutus*, *Prunus*, *Alnus*, *Buddleia*, *Pseudotsuga*, *Clethra*, *Populus*, *Cupressus* y *Crataegus*.

Arbustos: *Eupatorium*, *Senecio*, *Baccharis*, *Archibaccharis*, *Salvia*, *Juniperus*, *Stevia*, *Ribes*, *Helianthemum*, *Pernettya*, *Symphoricarpos*, *Vernonia*, *Verbesina*, *Arctostaphylos*, *Monnina*, *Ceanothus*, *Fuchsia*, *Holodiscus*, *Vaccinium*, *Lonicera*, *Mimosa*, *Rubus*, *Agave*, *Berberis*, *Rhus*, *Cercocarpus*, *Eriosema*, *Salix*, *Satureja*, *Calea*, *Desmodium* y *Cestrum*.

A nivel de elementos herbáceos la lista de géneros comunes tendría que ser muy larga. Entre las familias de plantas vasculares mejor representadas, además de Compositae y Gramineae cuentan: Leguminosae, Labiatae, Scrophulariaceae, Rosaceae, Pteridaceae, Umbelliferae, Commelinaceae, Liliaceae, Caryophyllaceae, Geraniaceae, Boraginaceae, Cyperaceae, Iridaceae, Orchidaceae, Ranunculaceae, Cruciferae, Onagraceae, Oxalidaceae, Rubiaceae, Valerianaceae y Aspidiaceae.

Al igual que en el caso de los bosques de *Quercus* la información disponible en la literatura acerca de los pinares de diferentes regiones de México está muy dispersa; es en general fragmentaria y a veces difícil de evaluar y de comparar en virtud de los variados enfoques e índoles de estudios realizados. Asimismo hay frecuentes discrepancias en cuanto a criterios para delimitar y denominar algunas especies y variedades del género *Pinus*, de manera que lo que para unos autores es *P. arizonica*, para otros puede llamarse *P. ponderosa* var. *arizonica* o *P. ponderosa*, etc. Salvo el caso de errores crasos o de nombres que han caído en desuso, se conservará aquí la nomenclatura empleada en los trabajos originales.

Se mencionarán en primer lugar las comunidades que destacan del resto por su ubicación ecológica especial.

Como ya se indicó, los pinares conocidos que más penetran hacia las regiones de clima caliente en México son los de *P. oocarpa* (Fig. 308). En la zona de Arriaga, Chiapas, y en el Istmo de Tehuantepec descienden hasta 300 y 150 m de altitud respectivamente (Miranda y Hernández X., 1963: 50; Chavelas, com. pers.), en la región de los Tuxtlas, Veracruz, hasta 500 m (Sousa, 1968: 155) y en la vertiente exterior de la Sierra Madre del Sur en Guerrero se han observado a elevaciones similares, en todos los casos en contacto directo con los bosques tropicales. Por otra parte, es notable que esta misma especie también forma bosques por encima de 2 000 m s.n.m. (hasta 3 000 m en Chiapas, según Miranda, 1952, I: 160). En el suroeste de México *P. oocarpa* se acompaña con mucha frecuencia de *P. michoacana*.

Figura 308. Bosque de *Pinus oocarpa* muy afectado por los incendios, cerca de Rizo de Oro, Chiapas.



Cerca de Tlapacoyan, Veracruz, *P. strobus* var. *chiapensis* forma asociaciones a 600 m de altitud, en condiciones de clima caliente y húmedo, en colindancia con el bosque tropical perennifolio. Según Miranda y Sharp (1950: 324), en la composición de este pinar de Veracruz entran *Brosimum alicastrum*, *Quercus excelsa*, *Hampea integerrima*, *Brunellia mexicana* y *Cyathea mexicana*, entre otras plantas. Del norte de Oaxaca, Schultes (1941: 166) cita masas puras de *P. strobus* var. *chiapensis* a 850 msnm. Cerca de Pueblo Nuevo Solistahuacán y en algunas otras partes de Chiapas, con precipitación superior a 1 200 mm anuales, se presentan frondosos bosques de este pino a altitudes superiores a 700 m (Martínez, 1945: 127; Miranda, 1952, I: 156; Gómez-Pompa, 1965: 77). En la Sierra Madre del Sur de Oaxaca y Guerrero, Rzedowski y Vela (1966) observaron también tal comunidad situada a manera de manchones en medio del bosque mesófilo de montaña entre 1 000 y 2 000 m de altitud. Entre Oaxaca y Tuxtepec la especie en cuestión asciende hasta 2 200 msnm pero no se le ha visto en gran abundancia. *P. strobus* var. *chiapensis* y sus bosques destacan por la morfología de las copas de los árboles, distinta de la de la mayoría de sus congéneres.

Otra especie de pino que descuella por sus requerimientos ecológicos es *P. patula* (Fig.307). Este árbol forma bosques altos y extensos entre 1 800 y 3 100 m de altitud en la Sierra Madre Oriental (de Tamaulipas a Oaxaca), en sitios donde la precipitación media anual es superior a 1 000 mm y las laderas tienen una influencia significativa de neblinas durante todo el año (Vela, com. pers.). Como ya se señaló, estos bosques, al menos en gran parte, parecen ser secundarios y mantenidos artificialmente gracias a las actividades humanas. *P. patula* se presenta a menudo en masas puras, pero a veces se acompaña de otros árboles, principalmente de *P. pseudostrobus*, especie que también tiene afinidades, aunque más moderadas, por climas o microclimas húmedos de altura.

Las comunidades de *P. patula*, de *P. tenuifolia* y de *P. pseudostrobus*, a semejanza de las de *P. strobus* var. *chiapensis* viven frecuentemente en colindancia con el bosque mesófilo de montaña, pues sus exigencias ecológicas son aparentemente similares.

Pinus ayacahuite presenta muchas similitudes con *P. patula* en cuanto a sus requerimientos climáticos; tiene una distribución geográfica más vasta, pero rara vez forma masas forestales grandes y puras y crece preferentemente en cañadas y laderas protegidas, a menudo formando ecotonías y mosaicos con el bosque de *Abies*. Este árbol sobresale también por su porte elevado, la forma de la copa y el gran tamaño de los conos.

Cabe señalar que los pinos adaptados a vivir en condiciones de clima más húmedo presentan en general hojas delgadas y flexibles, en contraste con las hojas gruesas y rígidas de la mayor parte de las especies propias de sitios más secos.

Los bosques de *P. hartwegii* son los más tolerantes a las temperaturas bajas, pues se desarrollan entre 3 000 y 4 000 m de altitud, prácticamente en todas las áreas montañosas de México que alcanzan tales elevaciones (Fig. 309). Resisten frecuentes nevadas y su extremo superior establece el límite de la vegetación arbórea en los más prominentes picos montañosos. En sus partes más bajas los pinares de *P. hartwegii* pueden formar asociaciones de estatura elevada (15 a 20 m), pero hacia los 4 000 m de altitud con frecuencia constituyen un bosque achaparrado (de 5 a 8 m de alto) y más bien abierto. Las grandes gramíneas rígidas y amacolladas de los géneros *Festuca*, *Calamagrostis* y *Muhlenbergia* son los componentes más característicos del estrato herbáceo; en condiciones de incendios frecuentes algunas especies de *Lupinus* también pueden abundar.

Figura 309. Bosque de *Pinus hartwegii* cerca de la cumbre del Cerro Teotepec, al norte de Atoyac, Guerrero.



Del lado de los climas semiáridos los pinares más típicos son los constituidos por las especies piñoneras. Viven frecuentemente en colindancia con pastizales, matorrales xerófilos o encinares arbustivos y forman amplias ecotonías con estas comunidades vegetales. En México *Pinus cembroides* es la especie más ampliamente repartida de este grupo, pues su área de distribución geográfica conocida se extiende por casi todo el norte y centro del país. Forma bosques más o menos bien definidos y caracterizados por el tamaño reducido de las hojas en el extremo sur de Baja California, en Sonora, Chihuahua, Durango, Zacatecas, Coahuila, Nuevo León (Rojas-Mendoza, 1965: 95), San Luis Potosí (Rzedowski 1966: 181-184), noreste de Jalisco (Rzedowski y McVaugh, 1966: 60), Guanajuato, Querétaro (McVaugh, 1952: 172), Hidalgo, Puebla (Robert, 1973) y Veracruz (Ramos y González-Medrano, 1972), ocupando casi siempre zonas de

transición entre la vegetación xerófila de climas áridos y la boscosa de las montañas más húmedas (Fig. 31o). Sus límites altitudinales conocidos son 1 500 y 3 000 m y los de la precipitación media anual oscilan entre 350 y 700 mm. En general, es un bosque bajo y abierto; en muchas partes los individuos de *Juniperus* y de *Quercus*, así como de otros arbustos llegan a ser abundantes y destacan como elementos fisonómicamente llamativos *Agave*, *Yucca* y *Dasyllirion*.



Figura 31o. Bosque de *Pinus cembroides* (“pino piñonero”), cerca de Arteaga, Coahuila.

Del norte de Baja California (Anónimo, 1968: 13-15) se describen piñonares estructural y ecológicamente similares, dominados por *P. quadrifolia*, donde prosperan entre 950 y 1 600 m de altitud, alcanzando mejor desarrollo entre 1 200 y 1 400 msnm. *Pinus quadrifolia* es una planta bastante cercana a *P. cembroides* (Martínez, 1945: 81).

Otras especies arbóreas de pinos piñoneros (*P. edulis*, *P. maximartinezii*, *P. monophylla*, *P. nelsonii* y *P. pinceana*) tienen distribución geográfica restringida en México y en apariencia no constituyen elementos dominantes en los bosques, sino muy localmente.

Descontadas estas comunidades ecológicamente sobresalientes, queda el gran núcleo de pinares mexicanos, cuyas tolerancias quedan aproximadamente enmarcadas entre 600 y 1 000 mm de precipitación media anual y que habitan en altitudes entre 1 500 y 3 000 m. Este conjunto ocupa cuando menos 90% del área total cubierta por los bosques de *Pinus* de México y es el que mejor corresponde a la descripción fisonómica y florística dada para el tipo de vegetación. A continuación se resumirá brevemente la información disponible acerca de estas comunidades forestales, siguiendo una secuencia geográfica.

Se citan manchones de *Pinus remorata*, *P. muricata* y *P. radiata* de las partes altas de las Islas Guadalupe y Cedros, sobre la costa occidental de Baja California (Eastwood, 1929: 394, 425; Moran y Lindsay, 1950; Anónimo, 1968: 15).

En las Sierras de Juárez y de San Pedro Mártir, del estado de Baja California, *Pinus ponderosa* y *P. jeffreyi* son las especies preponderantes, formando grandes masas boscosas entre 1 500 y 2 200 m de altitud (Anónimo, 1968: 14-15). Sus acompañantes más frecuentes son especies de *Quercus*, localmente otras especies de *Pinus*, *Libocedrus decurrens*, y a lo largo de los arroyos *Populus* spp.

La Sierra Madre Occidental, en su porción correspondiente a Chihuahua y Sonora, ostenta amplias extensiones de pinares, sobre todo entre 1 800 y 3 000 msnm. Las dos especies más abundantes son *P. arizonica* hacia las partes superiores y *P. engelmannii*, hacia las inferiores, ambas muy relacionadas con *P. ponderosa* y frecuentemente citadas en la literatura bajo este último nombre (Shreve, 1939: 11-12; Gentry, 1942: 37-39;

LeSueur, 1945: 15-21; White, 1949: 246-249; Loock, 1950: 21-23; Anónimo, 1965: 6-9). En general estos pinares son bastante abiertos. Otros árboles acompañantes son *Quercus* spp., *Arbutus* spp., *Pinus chihuahuana* en las partes inferiores, mientras *P. durangensis*, *Pseudotsuga*, *Abies* y *Picea* se localizan en parajes húmedos de las zonas más altas. *P. ayacahuite* var. *brachyptera* puede ser frecuente en los cañones y *P. lumholtzii* en sitios muy expuestos. Los inviernos en esta zona son severos y la nieve puede permanecer durante semanas sin derretirse.

En la parte correspondiente a Durango (Fig. 311) y Sinaloa, la Sierra Madre Occidental es en general un poco más húmeda y menos fría, en comparación con Chihuahua y Sonora. Según Loock (1950: 26-27) y Maysilles (1959) las porciones occidentales más altas, expuestas directamente a la influencia de vientos procedentes del océano, son las más privilegiadas en humedad y se caracterizan por bosques relativamente densos y altos (hasta de 40 m) de *P. durangensis* y *P. cooperi*, que prosperan en altitudes entre 2 300 y 2 700 m. *P. teocote* y *P. leiophylla* también pueden formar parte de la asociación, alcanzando gran desarrollo sobre suelos profundos. *P. ayacahuite* var. *brachyptera* predomina en algunos cañones y valles. Las porciones orientales, en cambio, son más secas y las masas forestales se asemejan a las descritas en el párrafo anterior, con *P. engelmannii*, *P. arizonica* y a veces *P. chihuahuana* como dominantes. En las vertientes occidentales inferiores de la Sierra Madre de Durango y de Sinaloa se localizan también pinares, pero mucho más bajos y raquíticos, con *P. oocarpa*, *P. herrerae*, *P. lumholtzii* y *P. leiophylla* como especies principales. Sobre suelos rocosos muy someros destacan en particular los manchones de *P. lumholtzii*.

De la porción más alta de la Sierra de Surotato, en el extremo septentrional de Sinaloa, Gentry (1946a: 458) describe un bosque de pino y encino a más o menos 1 800 m de altitud, con *P. macrocarpa*, *P. ayacahuite*, *P. oocarpa*, *Q. epileuca*, *Q. pailescens* y *Q. durifolia* como las especies más importantes.

La composición de los pinares del norte de Jalisco y de zonas adyacentes de Nayarit, Zacatecas y Aguascalientes es semejante también. Son bosques más bien de tipo seco con *P. chihuahuana*, *P. engelmannii* y *P. lumholtzii* en las partes más altas y *P. oocarpa* y *P. michoacana* en las más bajas (Guzmán y Vela, 1960: 54; Rzedowski y McVaugh, 1966: 60).

Las partes más elevadas de algunas de las sierras aisladas del estado de Coahuila (Sierra del Carmen, Sierra de la Madera, Sierra de Parras, Sierra de Arteaga) desarrollan lo que Muller (1947: 54-56) denomina "montane mesic forest", dominado por *Pinus arizonica*, a veces con *P. teocote*, *P. montezumae*, *Abies*, *Pseudotsuga*, *Populus*, *Acer* y varias especies de *Quercus*.

En la Sierra Madre Oriental de Nuevo León y de Tamaulipas (Muller 1939: 700-704; Loock, 1950: 42-45; Martin, 1958: 36-37; Rojas-Mendoza, 1965: 97-99) existen pinares diversos, sobre todo en las partes más altas de la cordillera y también en sus declives occidentales. Pocas veces, sin embargo, forman grandes masas forestales, su extensión es discontinua y a menudo se presentan en forma de bosques mixtos de *Quercus* y *Pinus*. Quizá alcanzan su mejor representación en los macizos montañosos del Cerro Potosí, del Cerro San Antonio Peña Nevada y de la Sierra del Tigre en el extremo suroeste de Tamaulipas. De las partes más altas (hasta 3 000 m de altitud) se conocen bosques de *P. rudis* y *P. montezumae*, mientras que *P. arizonica* desciende cerca de Galeana hasta los fondos de algunos valles en forma de comunidad abierta. *P. pseudostrobus*, *P.*

montezumae y *P. teocote* son los principales componentes de los pinares entre 1 500 y 2 800 m de altitud.

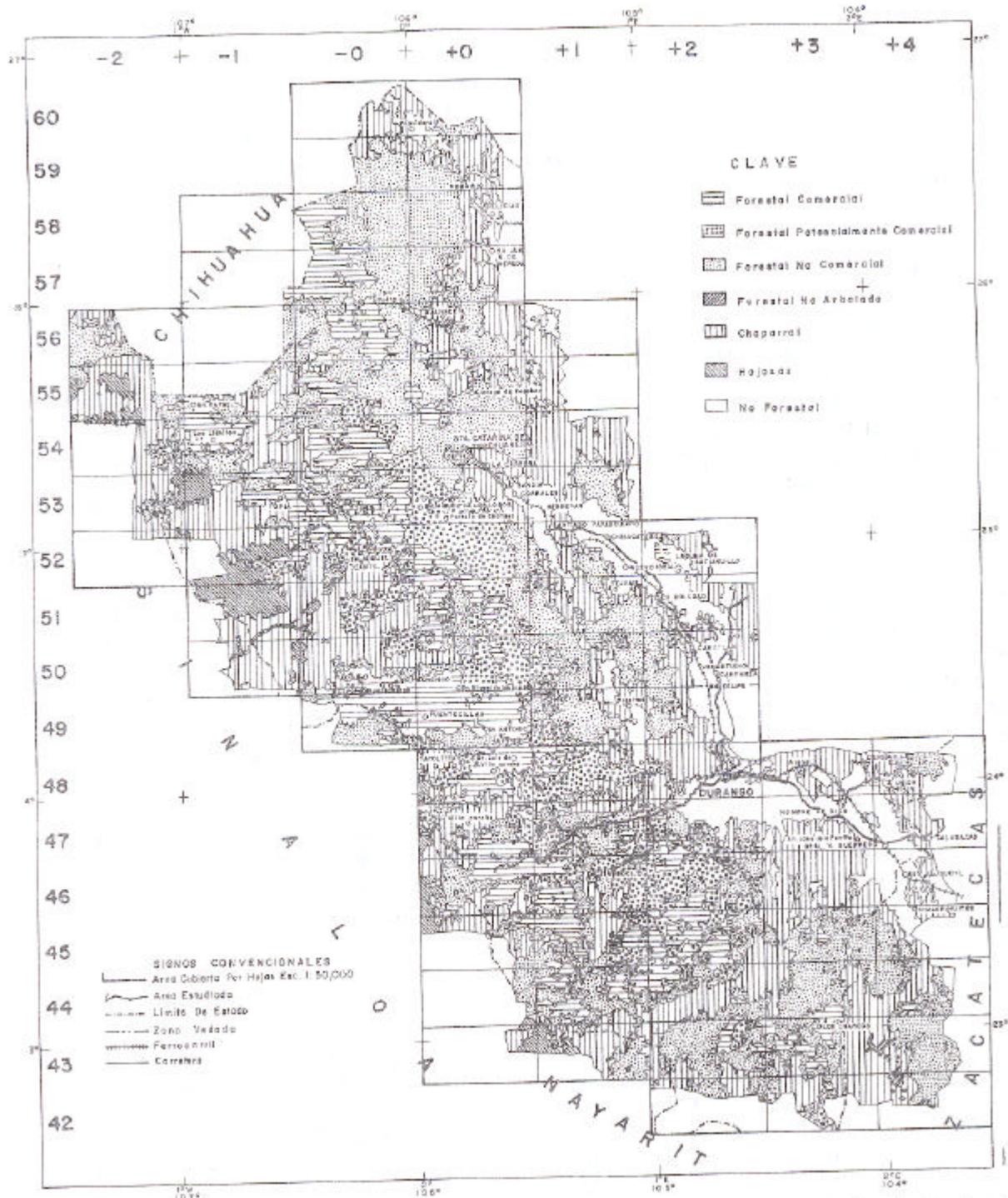


Figura 311. Mapa del inventario forestal de estado de Durango, modificado de Anónimo (1961-1964); bajo el rubro de “forestal comercial” se incluyen exclusivamente los bosques de coníferas.

Un manchón aislado de bosque de *Pinus teocote* se ha observado en las partes más altas, de naturaleza volcánica, de la aislada Sierra de Tamaulipas, en altitudes entre 1 000 y 1 400 m (Puig, 1970a: 43-44).

En San Luis Potosí (Rzedowski, 1966:184-186) casi no existen pinares del lado de la Sierra Madre Oriental, pues solamente de los alrededores de Xilitla se citan escasas extensiones de bosque de *P. greggii*, frecuentemente con encinos y a veces con *P. teocote*. Más al poniente, sobre todo entre Rioverde y San Luis Potosí, se presentan algunas sierras relativamente elevadas (1 500 2 500 m) de naturaleza ígnea, donde existen superficies limitadas, aunque un poco más extensas, cubiertas por masas de *P. teocote* y *P. arizonica*, casi siempre con diversas especies de *Quercus* y a veces con *P. flexilis* y con *P. michoacana* var. *quevedoi*.

En los estados de Guanajuato y Querétaro se presenta una situación similar, pues existen sólo unos cuantos manchones aislados de pinares, correspondientes por lo general a las partes más altas de macizos montañosos que sobrepasan la altitud de 2 200 m. Bosques de *P. pseudostrobus*, de *P. teocote* y de *P. greggii* se citan para el estado de Hidalgo.

El Eje Volcánico Transversal, que es la cordillera más alta del país, constituye otra área de gran concentración de pinares, aunque muchas veces ya mermados por el impacto de la presión demográfica. De acuerdo con Looock (1950: 29-37), *P. montezumae* es la especie más abundante en esta zona y en muchos sitios forma bosques puros, frecuentemente bien desarrollados. En sitios un poco más húmedos suele mezclarse o ceder lugar a *P. pseudostrobus*, en cambio, en suelos muy someros o en situaciones secas lo desplazan *P. rudis* y *P. teocote* (Figs. 312, 313). En las vertientes inferiores, a menos de 2 000 m de altitud, *P. oocarpa* y *P. michoacana* son los pinos más comunes, formando por lo general bosques bajos y espaciados (Rzedowski y McVaugh, 1966: 60), en los cuales también pueden intervenir *P. lawsonii*, *P. herrerae*, *P. pringlei*, *P. leiophylla*, además de especies de *Quercus*. A elevaciones superiores a 3 000 msnm prevalecen bosques de *P. hartwegii* y de *Abies religiosa*.



Figura 312. Interior del bosque de *Pinus rudis*, cerca de Juchitepec, México.

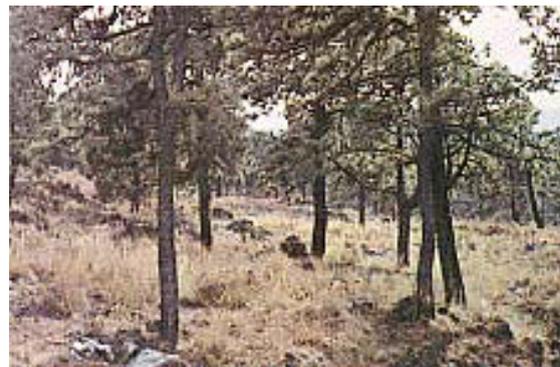


Figura 313. Bosquete de *Pinus teocote*, sobre el pedregal de San Angel, cerca de Ajusco, Distrito Federal.

Una composición parecida presenta la Sierra Madre del Sur, donde *P. oocarpa* es la especie más frecuente, pues la mayor parte de los pinares de esa zona vegeta a menos de 2 200 m de altitud, alternando y mezclándose con los bosques de encino. *P.*

pseudostrobus prevalece a menudo a mayores elevaciones, donde por lo general también la humedad es más alta. *P. michoacana*, *P. herrerae*, *P. lawsonii* y *P. pringlei* pueden ser más o menos comunes.

En las montañas del centro y del norte de Oaxaca *P. pseudostrobus* var. *oaxacana*, *P. lawsonii* y *P. leiophylla* son las especies más corrientes, además de *P. rudis* en las partes más altas y de *P. pseudostrobus* en las más húmedas, donde también hay bosques de *P. ayacahuite*, *P. patula* y *P. strobus* var. *chiapensis* (Miranda y Sharp, 1950: 323; Verduzco et al., 1962: 92) en colindancia con diferentes asociaciones del bosque mesófilo de montaña (Fig. 314, 315).



Figura 314. Bosquete de *Pinus rudis*, con numerosos arbustos principalmente de la familia Ericaceae, sobre el Cerro Pelón, al norte de Ixtlán de Juárez, Oaxaca.



Figura 315. Pinar sobre las laderas vecinas al Llano de las Flores, al norte de Ixtlán de Juárez, Oaxaca; debido probablemente a inversiones térmicas los árboles de la parte inferior cercana a la depresión corresponden a *Pinus rudis*; más arriba destacan *P. patula* var. *longepedunculata* y *P. ayacahuite*.

En Chiapas, al igual que en la Sierra Madre del Sur, los pinares de *P. oocarpa* son los más difundidos y su amplitud altitudinal va de 300 a 3 000 m. *P. pseudostrobus* y *P. tenuifolia* (Fig. 316) forman comunidades en parajes más húmedos (además de *P. ayacahuite* y *P. strobus* var. *chiapensis*). *P. montezumae* (Fig. 317) y *P. teocote* también constituyen bosques en diversas localidades, mientras que *P. rudis*, junto a *P. hartwegii*, prevalece a altitudes superiores a 2 800 m (Miranda, 1952, I: 156-160). De particular interés resultan en el noreste de Chiapas los extensos pinares que se desarrollan sobre grandes y casi deshabitadas superficies de terrenos calizos que circundan por el sur y por el oeste la llamada "selva lacandona" (Miranda, 1953: 285-287). En esta región los bosques de *Pinus* colindan directamente con el bosque tropical perennifolio y en algunos sitios se ha observado una "inversión" de la secuencia altitudinal "normal", pues el pinar cubre las laderas inferiores de cerros que en sus cumbres llevan el mucho más exuberante bosque tropical.

Existen muy escasos datos en la literatura en torno a las comunidades secundarias derivadas de los bosques de pino en México y no se han realizado estudios de fondo que arrojen alguna luz sobre este importante aspecto ecológico.

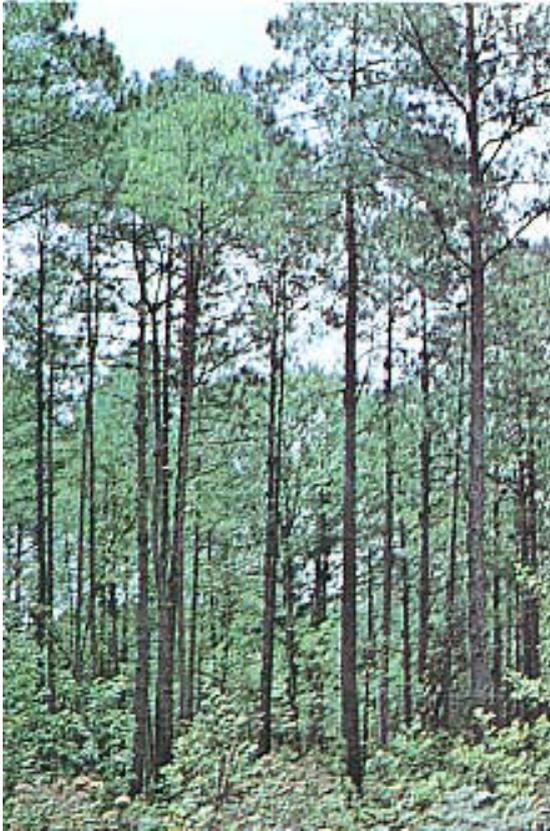


Figura 316. Bosque de *Pinus tenuifolia*, con *Quercus* y *Liquidambar*; cerca de los Lagos de Montebello, Chiapas



Figura 317. Bosque de *Pinus montezumae*, cerca de San Cristóbal de las Casas, Chiapas.

Diferentes pastizales y zacatonales parecen ser tipos frecuentes de vegetación secundaria que suceden a la destrucción del pinar. Así lo indican Miranda (1952, I: 165) para Chiapas, Rzedowski y McVaugh (1966: 67) para Jalisco y áreas adyacentes, Cruz (1969: 189) para el Valle de México, y algunos otros autores. Es particularmente frecuente ver como el zacatonal de *Muhlenbergia*, *Festuca* y *Stipa* desplaza entre 3 000 y 4 000 m de altitud a bosques de *P. hartwegii* destruidos por efecto de incendios y de pastoreo (Fig. 248).

LeSueur (1945: 20) cita matorrales de *Quercus* y *Ceanothus* como fase del desarrollo serial hacia el clímax de bosque de *P. ponderosa* en Chihuahua. En el Valle de México Rzedowski et al. (1964: 44-45) señalan bosquetes de *Juniperus deppeana* y matorrales de *Quercus microphylla* como posibles comunidades secundarias derivadas del pinar, estos últimos como consecuencia de incendios.

Matorrales de *Baccharis* spp., de *Senecio* spp., de *Verbesina* spp., *Zexmenia* spp., *Mimosa* spp., así como bosques o bosquetes de *Alnus* spp., *Juniperus* spp. y *Crataegus* spp. también se han observado como probables sucesores de bosques de *Pinus*.

Muy probablemente una parte de los matorrales de *Adenostoma fasciculatum* en Baja California representa una fase sucesional, mantenida por el fuego, correspondiendo el clímax al bosque de *Pinus*.

Cabe señalar, por otra parte, que por lo menos algunos pinares tienen al parecer la capacidad de establecerse directamente sobre suelo desnudo, sin intervención de fases herbáceas o arbustivas pioneras. Según Vela (com. pers.), este es el caso de los bosques de *P. patula* en el este de México y es posible que otras especies de germinación y crecimiento rápidos se comporten de manera similar en condiciones favorables.

B. Matorral de *Pinus*

Esta comunidad vegetal, muy recientemente descrita de México (Beaman y Andresen, 1966), sólo se conoce de un área que ocupa aproximadamente 0.5 km², cerca de la cumbre del Cerro Potosí, en la parte central de Nuevo León. El matorral de *Pinus culminicola* define un estrecho cinturón altitudinal, entre 3 450 y 3 650 m, intercalándose entre el bosque de *P. hartwegii* y la pradera alpina.

El substrato consiste de roca caliza y el suelo es ligeramente alcalino (pH = 7.5), rico en materia orgánica y muy delgado (1 a 5 cm de profundidad), pudiendo clasificarse como litosol o protorendzina. No existen registros climáticos correspondientes a la zona ocupada por esta asociación, pero indudablemente las heladas son frecuentes y algunas veces severas y en los meses más fríos del año cae nieve que puede permanecer por semanas, al menos en forma de manchones. La acción del viento es intensa.

En general es un matorral denso y difícilmente penetrable, de 1 a 5 m de altura y la especie dominante se caracteriza por un definido aspecto arbustivo, pues se ramifica en forma profusa desde la base y crece más a lo ancho que a lo alto.

Fisionómica y ecológicamente la comunidad de *P. culminicola* guarda una notable semejanza con los matorrales de *Pinus mugo* (*P. montana*) de las altas montañas de Europa, así como con los de *P. pumila* del este de Asia.

Como acompañantes arbustivos se citan *Symphoricarpos microphyllus*, *Holodiscus dumosus* y *Ribes* sp. y entre las especies herbáceas más frecuentes destacan *Senecio coahuilensis*, *S. carnerensis*, *Grindelia inuloides*, *Stellaria cuspidata*, *Smilacina stellata* y *Arracacia schneideri*, así como algunas gramineas.

C. Bosque de *Abies*

Aun cuando no cubren grandes superficies de terreno, los bosques de *Abies* sobresalen entre el conjunto de las comunidades vegetales dominadas por coníferas. Tal hecho se debe principalmente a las particulares condiciones ecológicas en que se desarrollan y de cuya existencia son indicadores. Destacan asimismo por su majestuosidad y belleza.

Leopold (1950: 509-510) considera al bosque de *Abies* de México como uno de los componentes de su "boreal forest" y aunque no explica las razones de haber escogido tal nombre, no cabe duda de que éstas residen en las similitudes florísticas, faunísticas, fisionómicas y ecológicas con las grandes masas forestales que cubren las porciones septentrionales de Norteamérica y de Eurasia, conocidas también con el nombre de "taiga". Estas semejanzas son prueba clara de que, al menos un buen número de los elementos de los bosques mexicanos de *Abies* tuvo su origen a partir de biota que arribaron por el lado norte, probablemente en épocas en que el clima favorecía su expansión y migración.

Cabe hacer hincapié, sin embargo, que al ponderar estas similitudes con frecuencia se pasan por alto las características peculiares de las comunidades autóctonas, que señalan una serie de diferencias nada despreciables con respecto a las selvas de Canadá o de Siberia. Las divergencias de mayor envergadura entre los bosques de *Abies* de México y los de latitudes superiores residen en las condiciones climáticas, a las que están sometidos los unos y los otros. Las características diferenciales más sobresalientes del clima son las siguientes:

Bosque de <i>Abies</i> de México	Bosques de coníferas de Canadá, norte de Europa y de Asia
Clima subisotérmico, sin estaciones fría y caliente bien diferenciadas	Clima de estaciones fría y caliente bien diferenciadas
Con estación seca bien diferenciada	Generalmente sin estación seca
Temperatura media anual entre 7 y 15 (20)° C	Temperatura media anual entre -2.5 y 6°C
Nevadas moderadas, escasas o ausentes	Nevadas copiosas y frecuentes
Oscilaciones diurnas de la temperatura intensas	Oscilaciones diurnas de la temperatura escasas o moderadas
Insolación intensa	Insolación relativamente baja
Largo del día poco variable en el transcurso del año	Largo del día muy variable en el transcurso del año

La consecuencia más notable de esta disparidad climática es la que se manifiesta a través del comportamiento fenológico de la comunidad, pues a diferencia de lo que sucede más al norte, donde durante muchos meses toda la vida vegetal se mantiene latente debido a las bajas temperaturas y la nieve, en México el bosque de *Abies* prácticamente no interrumpe sus actividades de fotosíntesis, absorción y transpiración, si acaso sufre una disminución durante los periodos más frío y más seco del año. Siempre o casi siempre hay verdor en los niveles inferiores de la comunidad y el periodo de floración de muchas especies corresponde precisamente a los meses de diciembre, enero y febrero.

El carácter "benigno" del clima y la consiguiente atenuación de los ritmos estacionales de las asociaciones de *Abies* en México son de hecho tan acentuados que, a menudo, surgen dudas acerca de la verdadera analogía ecológica con la taiga. Es posible que las intensas oscilaciones diurnas de la temperatura, propias del clima de las montañas intertropicales compensen en parte la falta de inviernos continuos y crudos y expliquen la presencia de estos bosques en condiciones climáticas tan esencialmente diferentes.

La mayor parte de los conocimientos que se tienen en la actualidad acerca de los bosques de *Abies* en México se debe al trabajo de Madrigal (1967). Se trata de un estudio regional, pero muchos de sus datos y observaciones se aplican a todos o a la mayoría de los exponentes de esta comunidad y se han utilizado como fuente de información de primer orden en las descripciones que a continuación se ofrecen.

La distribución geográfica de los bosques de *Abies* en México es en extremo dispersa y localizada. En la mayor parte de los casos la comunidad se presenta en forma de manchones aislados, muchas veces restringidos a un cerro, a una ladera o a una cañada. Las áreas continuas de mayor extensión se presentan en las serranías que circundan al Valle de México y les siguen en importancia las correspondientes a otras montañas sobresalientes del Eje Volcánico Transversal, como por ejemplo, el Pico de Orizaba, el Cofre de Perote, el Nevado de Toluca, el Tancítaro, el Nevado de Colima y algunas otras

más. En la Sierra Madre del Sur los manchones de mayor importancia se conocen de la zona del Cerro Teotepec, en Guerrero, y del área al sur de Miahuatlán, Oaxaca. En el norte de este último estado se presentan en las partes más elevadas de la Sierra de Juárez, de la Sierra de San Felipe y en la región del Cerro Zempoaltépetl. De Chiapas se les cita de la zona del Tacaná, de cerca de San Cristóbal de las Casas y también de los alrededores de Tapalapa y Coapilla (Miranda, 1952, I: 160-163). En la parte septentrional del país los bosques de *Abies* son mucho más escasos y restringidos. En la Sierra Madre Occidental existen en Durango y en algunas localidades de Chihuahua, en la Sierra Madre Oriental, en cambio, sólo se conocen dos áreas de alguna importancia, que corresponden al Cerro Potosí y al Cerro San Antonio Peña Nevada, de Nuevo León y Tamaulipas.

En cuanto a la extensión total que ocupa en México esta comunidad vegetal, Leopold (1950: 509) le atribuye al "bosque boreal" una área correspondiente a 0.5% de la superficie de la República, pero tal cifra es exagerada y parece estar más cerca de la realidad la estimación de Flores et al. (1971) que es de 0.16%.

En México, este tipo de vegetación está prácticamente confinado a sitios de alta montaña, por lo común entre 2 400 y 3 600 m de altitud, pues entre estas cotas se localiza cuando menos 95% de la superficie que ocupa. De la zona de Coapilla y Tapalapa, Chiapas, cita Miranda (1952, I: 161) bosques de *Abies* a 1 700 m snm y en las sierras costeras de Jalisco estos pueden descender hasta elevaciones de 1 500 m. A diferencia de lo que se observa en el noroeste de Norteamérica y en algunas otras partes del mundo, los abetos mexicanos no alcanzan el límite altitudinal de la vegetación arbórea y generalmente forman un piso por debajo del pinar superior (bosque de *Pinus hartwegii*). Esta circunstancia tiene su probable causa en las condiciones de relativa sequía que prevalecen en este país a altitudes superiores de 3 600 m y que no parecen ser favorables para la existencia de especies del género *Abies*.

Los bosques de oyamel que se observan en México están confinados a laderas de cerros, a menudo protegidos de la acción de vientos fuertes y de insolación intensa. En muchos sitios se hallan limitados a cañadas o barrancas más o menos profundas que ofrecen un microclima especial. No se desarrollan sobre terrenos planos o poco inclinados, pero tal hecho quizá está en función de la escasez de estos terrenos en la zona montañosa y en parte a la influencia humana. Madrigal (1967: 22) cita pendientes de 17 a 60% para el Valle de México.

En general, en cuanto a sus exigencias climáticas, los bosques de *Abies* constituyen una unidad relativamente bien definida, pues requieren, para su desarrollo, de condiciones de humedad más bien elevada. La precipitación media anual es por lo común superior a 1 000 mm, distribuida en 100 o más días con lluvia apreciable. Ordinariamente, el número de meses secos no es mayor de cuatro (Fig. 318). No existen registros de humedad atmosférica, pero ésta debe ser alta en muchos sitios, a juzgar por el considerable número de días nublados y días con rocío. Este último factor con toda seguridad desempeña un importante papel complementario y en muchos casos es decisivo en la distribución del bosque de *Abies*.

Las nevadas se presentan casi todos los años hacia el límite altitudinal superior de la comunidad, pero a 2 500 msnm pueden faltar por completo. Las temperaturas medias anuales varían de 7 a 15° C, si se toman en cuenta los límites altitudinales habituales del bosque, pero en algunos sitios pueden ser aparentemente del orden de 20° C. Aunque

las mínimas extremas rara vez son inferiores a -12°C , el promedio anual de días con helada es generalmente superior a 60 y éstas pueden presentarse de septiembre a marzo a niveles inferiores y en cualquier mes del año más arriba de 3 000 m de altitud. La oscilación diurna de la temperatura tiene un promedio anual de 11 a 16°C . La fórmula climática correspondiente a la gran mayoría de los bosques de *Abies* en México es Cw, de acuerdo con la clasificación de Koeppen (1948).

Los substratos geológicos del bosque de oyamel son variados, pero predominan los de origen volcánico, sobre todo andesitas y basaltos. En la Sierra Madre Oriental y en el Macizo Central de Chiapas se desarrolla a menudo sobre calizas; en el poniente y en el sur del país lo hay también sobre granitos y sobre rocas metamórficas.

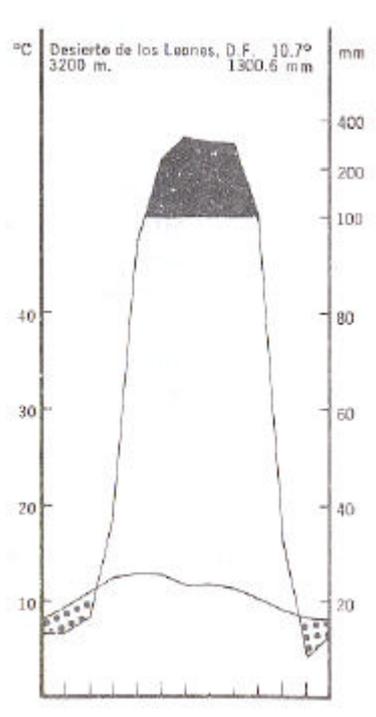


Figura 318. Diagrama ombrotérmico del Desierto de los Leones, Distrito Federal.

Los suelos de los bosques de *Abies* sólo se han estudiado con cierto detalle en las montañas que circundan al Valle de México (Anaya, 1962; Madrigal, 1967: 22-31). Las características encontradas por los mencionados autores pueden extrapolarse con un buen grado de confianza a la mayor parte de los suelos correspondientes a este tipo de vegetación en México, salvo quizá los derivados de roca caliza, pero aún estos últimos posiblemente no difieran de manera muy significativa.

De acuerdo con Madrigal (op. cit.), estos suelos son típicamente profundos, bien drenados, pero húmedos durante todo el año. Presentan un perfil ABC, predominando coloraciones café oscuras, texturas de migajón arenoso y francas y estructura en bloques. Los valores del pH indican una reacción ligeramente ácida, pues varían entre 5 y 7. La cantidad de materia orgánica es abundante, encontrándose hasta 35.4% en el horizonte A_1 , e inclusive en el B_2 no baja de 0.5%; la relación C/N varía alrededor de 20 y la

capacidad de intercambio de cationes es de 10 a 30 en la mayoría de las muestras estudiadas. Todos los perfiles investigados corresponden al gran grupo de suelos podsólicos y en su mayoría corresponden al tipo café forestal.

Se desconoce con exactitud la importancia fisiológica y ecológica que tienen las micorrizas en los oyameles mexicanos, pero probablemente sea de bastante consideración, dada la abundancia de especies de hongos que se conocen de otras partes del mundo como formadoras de estas asociaciones.

Los desmontes y la tala inmoderada constituyen los mecanismos más importantes mediante los cuales afecta el hombre al bosque de *Abies*. Los primeros se realizan fundamentalmente con el propósito de utilizar el terreno para fines agrícolas y han hecho disminuir significativamente las extensiones forestales. En muchas zonas densamente pobladas lo único que se ha respetado son las laderas demasiado abruptas para cualquier tipo de agricultura.

El pastoreo, aun cuando bastante intenso en muchas partes, no parece tan perjudicial para este tipo de vegetación, como lo es para los pinares, pues el ganado que mayormente se explota aquí es el ovino y éste no es muy destructor. Además, los bosques de *Abies*, por ser más húmedos y por no poseer tanta abundancia de gramíneas en el estrato herbáceo, no son tan fácil presa del fuego. En general, en regiones donde la comunidad existe en forma de grandes masas forestales, los incendios son excepcionales, pero en sitios donde se presenta a manera de pequeños manchones rodeados por otros tipos de vegetación, su frecuencia y acción son mucho más marcadas.

Para concluir la discusión de factores ecológicos, cabe señalar que el bosque de *Abies* constituye por lo general en las montañas de México un piso altitudinal definido, aun cuando su presencia está condicionada sobre todo por la alta humedad. La tolerancia de esta comunidad con respecto a la temperatura es mucho más grande de lo que podría parecer a primera vista y casi siempre es más bien la distribución regional de las zonas de humedad la que determina los límites altitudinales del bosque. Así, por ejemplo, en la vertiente meridional más seca de la Sierra de Pachuca, la comunidad de *A. religiosa* desciende hasta 2 750 msnm mientras que del lado septentrional del mismo macizo montañoso baja hasta 2 400 m (Madrigal, 1967: 21). Su límite superior en el Valle de México se ubica generalmente entre 3 300 y 3 500 m de altitud, coincidiendo con el nivel usual del techo de la nubosidad. En la vertiente meridional del Cerro Tancítaro, en Michoacán, en cambio, este límite está a unos 2 850 m (Leavenworth, 1946: 150).

A menudo el bosque de oyamel se presenta puro y entonces una de las especies de *Abies* constituye el componente único del estrato arbóreo superior. Tales masas forestales son frecuentes sobre todo en el Eje Volcánico Transversal, donde domina *A. religiosa*. En otras partes del país pueden ser más comunes los bosques mixtos, con intervención de diversos árboles, sobre todo de los géneros *Pinus*, *Quercus*, *Pseudotsuga* y *Cupressus*.

La altura de la comunidad varía por lo general entre 20 y 40 m, aunque puede alcanzar hasta 50 m. Las copas de los árboles presentan de ordinario un contorno triangular y se ramifican desde niveles relativamente bajos (Fig. 98). El bosque de *Abies* en condiciones naturales suele ser denso, lo que crea condiciones de penumbra a niveles inferiores y el desarrollo de los estratos arbustivo y herbáceo puede ser bastante limitado. Lo más común es, sin embargo, que debido al disturbio o bien a lo abrupto del terreno la cantidad de luz en el interior de la comunidad sea mayor y el sotobosque

presente mejor desarrollo y diversidad.

Puede existir un estrato arbóreo inferior, formado por dicotiledóneas, por ejemplo, especies de *Quercus*, *Alnus*, *Arbutus*, *Salix*, *Prunus*, *Garrya*, *Buddleia* y otros. El arbustivo y el herbáceo contienen por lo general numerosos representantes de la familia Compositae, en particular de los géneros *Senecio*, *Eupatorium*, *Stevia* y *Archibaccharis*. El estrato rasante está dominado por musgos y presenta con frecuencia muy altos valores de cobertura (60 a 95%, según Madrigal, 1967: 51); también se observan en él numerosos hongos basidiomicetos durante la época de lluvias (Fig. 319).

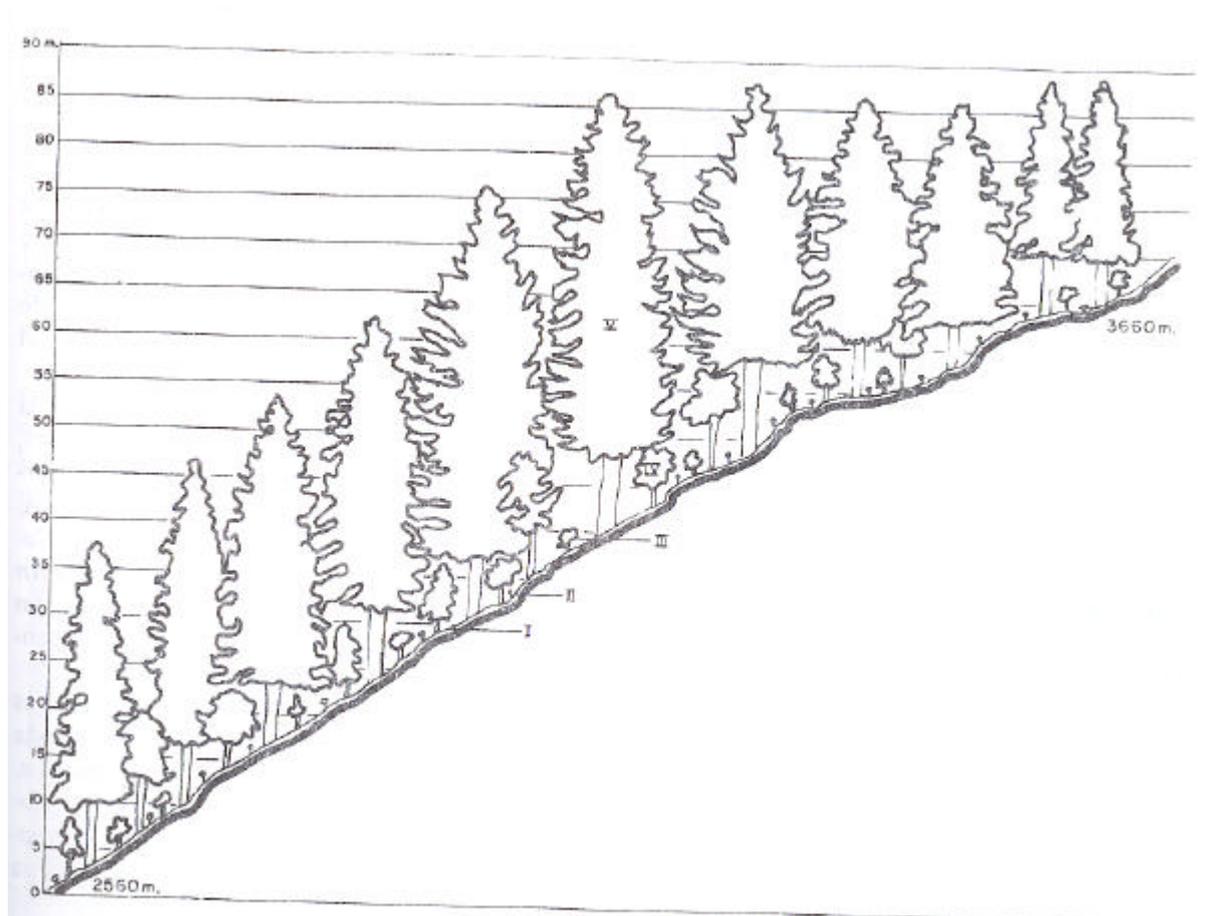


Figura 319. Perfil esquemático del bosque de *Abies religiosa*, según Madrigal (1967); I—estrato rasante, II—estrato herbáceo, III—estrato arbustivo, IV—estrato arbóreo inferior, V—estrato arbóreo superior. Reproducido con autorización de los editores.

Las epifitas se limitan por lo común a líquenes y musgos, pudiendo en ocasiones ser muy abundantes, en particular *Usnea* sobre el follaje de *Abies*. Las bromeliáceas, en condiciones de alta humedad atmosférica también pueden crecer sobre las ramas de oyamel; los helechos y las orquídeas sólo son abundantes sobre *Alnus*, *Quercus* u otras angiospermas arbóreas.

Las trepadoras son en general escasas, pero a niveles altitudinales inferiores y en condiciones de bosque mixto pueden presentarse especies de *Clematis*, *Celastrus*, *Smilax* y algunas otras.

Arceuthobium abietis-religiosae es una lorantácea hemiparásita, aparentemente específica del tronco y de las ramas de *Abies*, aunque rara vez es frecuente. Son parásitos comunes de los troncos hongos poliporáceos del género *Fomes*. A menudo también forman parte de la comunidad las piroláceas *Monotropa* (Fig. 167) y *Pterospora*, saprófitas o parásitas de raíces a través de los micelios de hongos micorrízicos.

Los bosques de *Abies* se cuentan entre los más ricos por lo que a la micoflora concierne. De acuerdo con Guzmán (com. pers.), en México, los géneros de macromicetos que abundan más en estas comunidades son los siguientes: *Amanita*, *Acetabula*, *Boletus*, *Clavariadelphus*, *Cortinarius*, *Geastrum*, *Gomphus*, *Hebeloma*, *Hohenbuehelia*, *Lactarius*, *Lentinellus*, *Lenzites*, *Macropodia*, *Melanoleuca*, *Otidea*, *Phaeocollybia*, *Phlogiotis*, *Pholiota*, *Russula*, *Sarcosphaera*, *Spongipellis*, *Tricholomopsis*, *Tremella* y *Xerulina*. En cambio, entre los líquenes existen, entre otras, especies de *Cladonia*, *Leptogium*, *Parmelia*, *Peltigera*, *Pseudevernia*, *Usnea*.

Entre las briofitas la especie más abundante suele ser *Thuidium delicatulum* y, según Madrigal (1967), le siguen en importancia *Bryum procerum* e *Hypnum amabile*. Otros géneros citados son: *Morinia*, *Ctenidium*, *Trichostomum*, *Grimmia*, *Brachytecium*, *Symblepharis*, *Neckera*, *Zygodon*, *Barbula*, *Fissidens*, *Leptodontium*, *Leucodon*, *Anacolia*, *Lophocolea*, *Mnium*, *Haplocladium*.

A semejanza de la situación que existe en los géneros *Pinus* y *Quercus*, de las ocho especies de *Abies* que Martínez (1953: 69-146) reconoce para México, seis están restringidas en su distribución al territorio del país, una (*A. guatemalensis*) se extiende a Guatemala (¿y Honduras?) y sólo el área de una (*A. concolor*) toca los límites de Canadá, abarca el oeste de Estados Unidos de América y se prolonga hacia las sierras del norte de Baja California.

Otros géneros, que forman parte de la flora de los bosques mexicanos de *Abies*, como, por ejemplo, *Heuchera*, *Symphoricarpos*, *Lonicera*, *Arctostaphylos*, *Salix*, *Alnus*, *Cupressus*, *Arbutus*, *Penstemon*, *Cirsium*, *Garrya*, *Delphinium*, *Juniperus*, *Arceuthobium* y *Potentilla*, cuyas afinidades geográficas son igualmente boreales, también están representadas en general por especies endémicas.

El elemento mexicano-sudamericano es numéricamente bastante significativo en esta comunidad vegetal, a través de *Pernettya*, *Stevia*, *Acaena*, *Sibthorpia*, *Baccharis*, *Fuchsia*, *Tillandsia*, *Monnina*, *Verbesina*, *Eupatorium*, *Gaultheria* y otros taxa de la misma afinidad.

Del extremo noroeste del país sólo se conoce *Abies concolor*. Esta especie se ha colectado en la Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, y también en la región de Cananea, Sonora (Martínez, 1953: 146), pero aparentemente es más bien escasa y no domina en los bosques, al menos no en los de Baja California (Goldman, 1916: 312).

En la Sierra Madre Occidental de Chihuahua y Durango existen algunos bosques mixtos de *Abies*, *Pseudotsuga* y *Pinus* (LeSueur, 1945: 15), confinados a las partes más húmedas y altas y de extensión reducida y discontinua. De acuerdo con Martínez (1953: 127), la especie representada en esta región es *A. durangensis*.

Igualmente en forma de manchones aislados y frecuentemente asociados con *Pseudotsuga* y *Pinus* se presentan los bosques de *Abies* en el noreste de México. En la

Sierra de la Madera, del centro de Coahuila, existe *A. durangensis* var. *coahuilensis* (Muller, 1947: 55; Martínez, 1953: 130); en la Sierra de Arteaga, del sur de Coahuila, y en zonas adyacentes crece *A. mexicana*; en el Cerro Potosí, en el de San Antonio Peña Nevada y en otros sitios de Nuevo León, predomina *A. vejarii*.

En el centro de México *A. religiosa* es la especie frecuente y los bosques que forma son relativamente extensos y muchas veces puros, aunque localmente puede haber acompañamiento de *Pinus*, *Cupressus* o *Pseudotsuga* y a veces también de *Quercus*, *Alnus* y otros árboles. Las elevaciones del Eje Volcánico Transversal en Jalisco, Michoacán, México, Distrito Federal, Morelos, Puebla, Hidalgo y Veracruz son las que ostentan a menudo esta comunidad en el piso altitudinal correspondiente (Figs. 320, 321).

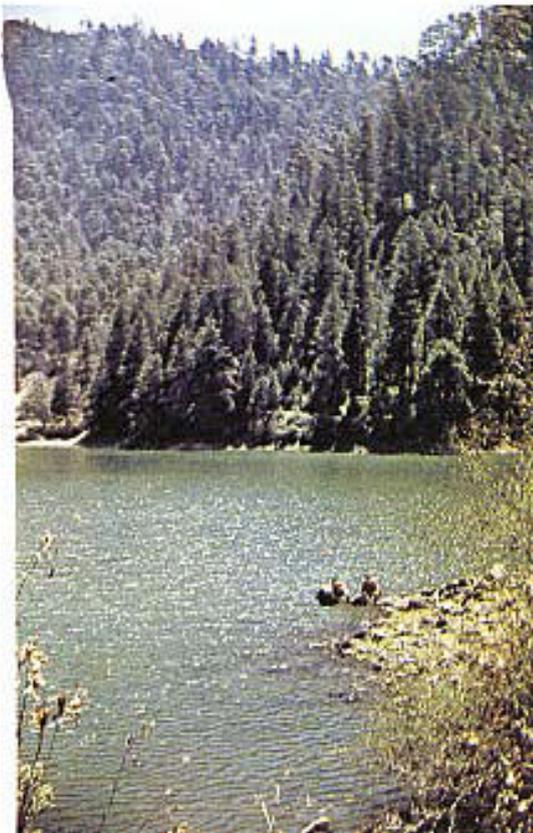


Figura 320. Bosque de *Abies religiosa* (“oyamel”), cerca de una de las Lagunas de Zempoala, Morelos.



Figura 321. Bosque de *Abies religiosa* (“oyamel”), en el Parque Nacional El Chico, Hidalgo; en primer plano puede observarse la pradera de *Potentilla candicans* y el matorral de *Juniperus monticola* (cedro).

A. hickelii, *A. oaxacana* y *A. guatemalensis* son las especies características del sur y del sureste de México, aunque la última también se ha observado en Jalisco, en Hidalgo y en San Luis Potosí. Casi siempre forman bosques mixtos con *Pinus*, *Quercus* y *Cupressus* y con especies del bosque mesófilo de montaña, aunque localmente pueden presentarse en forma de masas puras.

Los únicos datos relativos a la sucesión secundaria en el medio del bosque de *Abies* se han encontrado en el trabajo de Madrigal (1967: 65-66), referente al Valle de México. De acuerdo con las observaciones preliminares del mencionado autor, después de la destrucción del bosque clímax, a una fase inicial de gramíneas amacolladas (*Festuca*, *Stipa* y *Muhlenbergia*) le sigue una de arbustos, en la cual dominan *Baccharis conferta*, *Juniperus monticola* o *Senecio cinerarioides*, o bien *Quercus* spp., *Arbutus* spp., *Arctostaphylos arguta* y *Salix cana*. A continuación se presenta un bosque de *Quercus* spp., seguido por uno de *Pinus* y *Alnus*, para restablecer finalmente el bosque de *Abies*.

Por otra parte, Cruz (1969: 140-141) cree que la pradera de *Potentilla* (Fig. 321), propia de los lugares mal drenados dentro de los bosques de *Abies* en el Valle de México, pudo haber expandido su área de distribución al destruirse el bosque.

Las observaciones del que escribe coinciden aproximadamente con lo anterior, aunque parece que muchas veces la sucesión puede ser más abreviada. Los diversos tipos de pastizales, matorrales y bosques secundarios se presentan en función de diferentes situaciones topográficas y altitudinales y, sobre todo, como respuesta a diversos tipos de disturbio y de condiciones de recuperación.

Desde el punto de vista económico, los bosques de *Abies* son de la mayor importancia, pues la madera de oyamel es la materia prima preferida por la industria de la celulosa y del papel. Para este fin se explotaron 153 573 m³ de madera de *Abies* en 1972 (Anónimo, 1973a).

En escala menor, frecuentemente doméstica, se emplea su madera como combustible y también para construcción y para aserrar, aun cuando se le considera por lo común como demasiado suave y poco durable. Durante muchos años las puntas de las plantas jóvenes de *Abies* se cortaban para utilizarse como arbolitos de navidad, pero en la actualidad está prohibido este tipo de explotación.

La belleza de los bosques de *Abies* ha hecho que éstos sean de un gran atractivo para los excursionistas y que, en general, se utilicen como sitios de recreo para los habitantes de las ciudades. Así, por ejemplo, los que circundan a la capital de la República, en particular en las áreas de los parques nacionales, son visitados por muchos miles de personas los domingos y días festivos.

D. Bosque de *Pseudotsuga* y de *Picea*

Las plantas pertenecientes a estos dos géneros se asemejan mucho por su aspecto general y por la morfología de sus hojas a los árboles de *Abies*. La similitud se extiende también al comportamiento ecológico y, al igual que en el oeste norteamericano y en otras partes del hemisferio norte, las especies mexicanas de *Pseudotsuga* y de *Picea* ocupan habitats análogos a los de *Abies* y frecuentemente conviven con representantes de este género.

Forman bosques en altitudes entre 2 000 y 3 200 m, en sitios sombríos y húmedos, preferentemente en laderas de cañadas y barrancas o valles muy protegidos, que en general ocupan superficies muy reducidas en medio de pinares y muchas veces se presentan como masas mixtas (principalmente con *Pinus* y *Abies*). El área total que cubren en la República probablemente no pasa de 250 km².

Las comunidades de *Pseudotsuga* se presentan a lo largo de la Sierra Madre Occidental, desde Sonora y Chihuahua hasta Zacatecas (White, 1949: 247; Gentry, 1942: 77; LeSueur, 1945: 15; Maysilles, 1959: 50; Martínez, 1953: 21-67), en diferentes localidades montañosas de Coahuila y Nuevo León (Muller, 1939: 703; Muller, 1947: 55), en la parte más alta de la Sierra de Pachuca, Hidalgo, y en una pequeña área del centro del estado de Puebla. En la Sierra Madre Occidental los bosques de *Pseudotsuga* son más frecuentes que los de *Abies* y ocupan a menudo sitios ligeramente menos húmedos que aquéllos.

Existe un pronunciado desacuerdo en cuanto a la taxonomía a nivel específico, pues mientras Martínez (1953: 21-67) y algunos autores europeos reconocen cuatro especies para el territorio de la República, la mayoría de los botánicos norteamericanos no distingue sino dos especies para todo el continente, de las que una sola (*P. menziesii*) extiende su área de distribución a este país.

Los bosques de *Picea* son mucho más reducidos aún que los de *Pseudotsuga* y sólo se conocen del norte de México. Los de *Picea chihuahuana* se citan de unas pocas localidades de la Sierra Madre de Chihuahua y de Durango, en las cuales crecen en lugares particularmente protegidos y reducidos. En una localidad cercana a El Salto, Durango, Gordon (1968) estudió un manchón de esta comunidad, donde *Picea* convive con *Cupressus*, *Pseudotsuga*, *Abies* y algunos otros árboles. En cuanto a *Picea mexicana*, especie recientemente descrita de Nuevo León, se ignora si llega a ser elemento dominante en los bosques.

La distribución actual de los bosques de *Picea* en la República Mexicana obviamente constituye un estado relictual, pues los estudios de polen fósil revelan su presencia en el Valle de México durante el Pleistoceno (Clisby y Sears, 1955: 516) y en el Istmo de Tehuantepec durante el Mioceno (Graham, 1972: 108).

E. Bosque o matorral de *Juniperus*

Miranda y Hernández X. (1963: 50) incluyen esta comunidad vegetal en la categoría que denominan "bosque de escuamifolios". A pesar de que no cubre importantes áreas en México (menos de 0.04% de la superficie del país, según Flores et al., 1971), se halla bien difundido desde Baja California y Tamaulipas hasta Chiapas y prospera en condiciones ecológicas diversas. Se le encuentra preferentemente en forma de una estrecha faja transicional entre el bosque de *Quercus* y de *Pinus* por un lado, y el pastizal, matorral xerófilo o bosque tropical caducifolio, por el otro. Muchas veces los bosques de *Juniperus* no parecen constituir una comunidad clímax, sino que son más bien de origen secundario, aunque este aspecto no se ha estudiado a fondo en ninguna parte de México.

Prosperan sobre una gran variedad de rocas madres y suelos, incluyendo los alcalinos, así como los de contenido moderadamente elevado en sales solubles y de yeso y con drenaje deficiente. Muchas veces, sin embargo, se les observa en suelos poco profundos y más bien pedregosos de laderas de cerros.

Los climas en que se desarrollan los bosques o matorrales de *Juniperus* varían desde el frío de las altas zonas montañosas (E de la clasificación de Koeppen, 1948) hasta el templado y semihúmedo (Cw y Cs) y el semiárido (BS), muy frecuentemente en las regiones limítrofes entre éstos últimos tipos (Fig. 322). No se les conoce de climas francamente calientes y aunque en la parte septentrional de Baja California (Goldman,

1916: 312) descienden a altitudes inferiores a 1 000 m, en el resto del país rara vez se les encuentra a menos de 1 500 msnm.

La madera de algunas especies de *Juniperus* es de buena calidad, pero sólo se emplea en escala local, debido al tamaño generalmente reducido de su tronco y a la escasa extensión de las comunidades que forma. Muchos de los bosques de *Juniperus*, sobre todo en el centro de México, se ven muy perturbados por el pastoreo y por la tala, y posiblemente representan fases de sucesión secundaria, cuyo clímax corresponde al pinar o al encinar. Varias especies de *Juniperus* son integrantes más o menos normales de bosques de *Pinus* y *Quercus*, principalmente de los de tipo xerófilo.

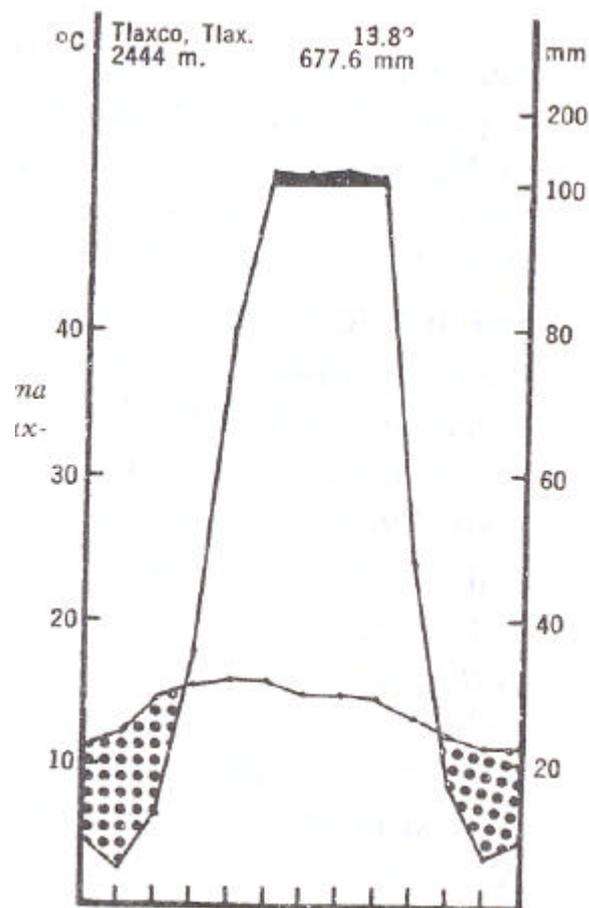


Figura 322. Diagrama ombrotérmico de Tlaxco, Tlaxcala.

Fisonómicamente este tipo de vegetación es siempre verde y puede variar desde matorrales de 50 cm de alto hasta bosques de 15 m, aunque las alturas más frecuentes oscilan entre 2 y 6 m. Por lo general se trata de comunidades bastante abiertas, en que los árboles o arbustos dejan amplios espacios entre sí, pero también hay excepciones a este respecto. Frecuentemente existe un estrato arbustivo inferior, así como el herbáceo, ambos bastante bien desarrollados. La composición florística de estos bosques y

matorrales varía mucho de una región a otra y, en general, no se encuentra individualizada, sino que las comunidades dominadas por *Juniperus* participan ampliamente de especies propias de bosques, matorrales o pastizales colindantes. Las trepadoras y epifitas suelen ser escasas, aunque a menudo las ramas de *Juniperus* están infestadas por muérdagos del género *Phoradendron*, y también por hongos del género *Gymnosporangium*, que con las primeras lluvias forman conspicuas masas gelatinosas de color anaranjado.

En las Sierras de Juárez y de San Pedro Mártir, de Baja California, son comunes los matorrales y bosques bajos de *J. californica* (Wiggins, 1940: 269), que también se presentan en la parte alta y en algunos cañones de la Isla Cedros (Madrigal, 1960b: 6, Moran, 1972).

En cuanto a la Sierra Madre Occidental, se citan comunidades con *J. mexicana* y *J. monosperma* de Chihuahua, que Brand (1937: 48) considera como relictuales de tiempos en que ocupaban extensiones más grandes, mientras que LeSueur (1938: 31) cree que son de origen secundario. Gentry (1957: 33-34) indica que *J. monosperma* parece haber invadido los zacatales en los ciclos climáticos más secos en áreas de suelos erosionados.

En la vertiente occidental de la parte norte de la Sierra Madre Oriental, así como en zonas adyacentes del Altiplano, *J. monosperma* es la especie más común, asociándose a menudo con *Pinus cembroides* sobre laderas calizas, aunque otras veces se intercala en el matorral xerófilo o en el pastizal gipsófilo.

De San Luis Potosí, Rzedowski (1966: 190) cita bosquecillos abiertos de *J. flaccida*, de 4 a 6 m de alto, ubicados principalmente hacia las zonas de transición. Comunidades semejantes se conocen también de Jalisco, Michoacán, México, Morelos, Hidalgo (Fig. 323), Puebla, Guerrero y Oaxaca y, posiblemente, existían, en épocas anteriores, en el Valle de México.

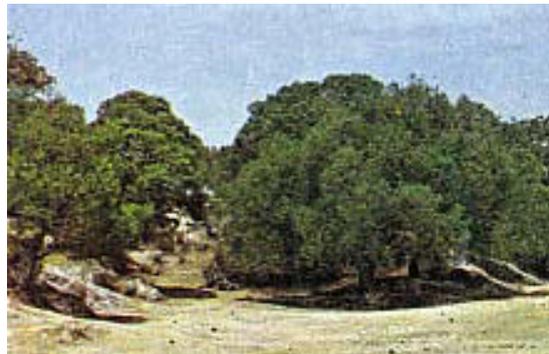


Figura 323. Bosque de *Juniperus flaccida* ("sabino"), cerca de San Miguel Regla, Hidalgo.

Otra especie muy difundida es *J. deppeana*, que forma bosquetes en muchas partes del país, como, por ejemplo, en la Sierra Madre Occidental y en el Eje Volcánico Transversal. En la franja ubicada entre Perote, Veracruz y Apizaco, Tlaxcala, cubre importantes extensiones, incluyendo áreas con suelo profundo de llanuras (Fig. 324).



Figura 324. Bosque de de *Juniperus deppeana* ("tláxcal"), cerca de Huamantla, Tlaxcala.

De la región de Comitán y Teopisca, Chiapas, Miranda (1952, I: 164-165) describe manchones de bosques de *J. comitana* y de *J. gamboana*, que prosperan entre 1 600 y 2 000 m de altitud, a menudo en terrenos planos.

J. monticola puede formar en la Sierra de Pachuca matorrales densos de 1 a 3 m de alto, que constituyen aparentemente una comunidad sucesional conducente al establecimiento del bosque de *Abies religiosa* (Rzedowski et al., 1964: 40), mientras que *J. monticola* f. *compacta* prospera de manera preferente por encima del límite altitudinal de la vegetación arbórea, principalmente sobre rocas, donde puede formar pequeños manchones de matorral bajo (0.3 - 2 m de altura), espaciado y más o menos rastrero (Fig. 102).

Los nombres comunes que más frecuentemente reciben las especies de *Juniperus* en México son "cedro", "sabino", "enebro", "nebrito", "tláxcal" y "táscate".

F. Bosque de *Cupressus*

Esta comunidad vegetal también forma parte de los "bosques de escuamifolios" de Miranda y Hernández X. (1963: 50) y apenas merece mención, pues las especies de *Cupressus* sólo en muy pocos lugares llegan a ser dominantes en la vegetación de México, aunque en algunas regiones conviven con *Abies* y a veces con *Pinus* y con *Quercus*.

Los *Cupressus* generalmente son árboles de 15 a 35 m de alto, siempre verdes y de follaje oscuro, que imparten una fisonomía peculiar a los bosques donde abundan. Estos bosques se desarrollan en sitios de clima o microclima más bien húmedo y fresco, a menudo en cañadas y sobre suelos profundos.

De las partes altas de la Isla Guadalupe, situada al oeste de Baja California, Eastwood (1929: 394-399), Moran y Lindsay (1950) y otros autores citan manchones de un bosque de *C. guadalupensis*, que constituye la comunidad vegetal más sobresaliente de la isla.

En el centro y sur de México la especie más difundida de *Cupressus* es *C. lindleyi*, que puede dominar en manchones dentro del bosque de *Abies* o de *Pinus*. Miranda (1952, I: 164) lo cita de Chiapas, donde se pueden observar tales manchones entre 1 800 y 3 000 m de altitud.