

28. No 118

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Ciencias

ANALISIS DEL APROVECHAMIENTO DE LA MADERA DE LA REGION

DEL COFRE DE PEROTE, VERACRUZ

T E S I S

que para obtener el título de:

BIOLOGO

presenta:

MARIANA ROBLES DE BENITO

México, D.F.

1982



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## INDICE

	<u>Página</u>
<u>RESUMEN</u>	
<u>PREFACIO</u> - - - - -	1
<u>INTRODUCCION</u>	
I.- Los Bosques de México.	
a) La Riqueza Forestal Nacional- - - - -	6
b) Tipos de bosque:	
1- Bosque de pino - - - - -	12
2- Bosque caducifolio - - - - -	13
3- Bosque tropical perennifolio - - - - -	14
4- Bosque tropical subcaducifolio - - - - -	15
5- Bosque tropical caducifolio- - - - -	16
6- Bosque espinoso- - - - -	17
c) Panorama general de la situación actual de los bosques de México- - - - -	18
II.- Utilización de la madera.	
Usos: presente y pasado.	
1- Construcción - - - - -	30
2- Transporte - - - - -	32
3- Energía- - - - -	36
4- Industria- - - - -	38
5- Herramientas y utensilios- - - - -	39
6- Magia y arte - - - - -	40
III.- Usos finales.	
Camino hacia un aprovechamiento racional del recurso forestal - - - - -	42
OBJETIVOS- - - - -	49
METODOLOGIA- - - - -	50
LA REGION DEL COFRE DE PEROTE- - - - -	53
RESULTADOS - - - - -	57

	<u>Página</u>
DISCUSION - - - - -	92
CONCLUSION- - - - -	96
APENDICE No. 1- - - - -	101
APENDICE No. 2- - - - -	152
APENDICE No. 3- - - - -	178
APENDICE No. 4- - - - -	180
BIBLIOGRAFIA- - - - -	183

## RESUMEN

El presente trabajo tiene por objeto analizar el aprovechamiento de la madera de la Región del Cofre de Perote en el estado de Veracruz. Se presenta un panorama general de la situación actual de dicho aprovechamiento, exponiendo algunas de sus causas y proponiendo posibles caminos a seguir para mejorar la situación.

A través de una investigación bibliográfica se determinó cuáles son las especies maderables de la zona y cuáles son sus características y propiedades. Por medio de visitas a centros de aprovechamiento forestal en la región y entrevistas con productores y usuarios se detectaron las formas más comunes de explotación de madera y los usos de las distintas especies.

Se examinó la relación entre las características de las maderas y sus usos, analizando la similitud entre las especies y los requerimientos de los usos finales más importantes para la región estudiada.

Se exponen los aspectos esenciales de los proyectos de aprovechamiento forestal en la región, se comenta sobre sus perspectivas y se proponen alternativas.

## PREFACIO

El campo de la ciencia y tecnología de la madera es relativamente desconocido e inexplorado en México. Actualmente hay unas quince instituciones trabajando en algún proyecto sobre utilización de la madera, pero sólo cuatro de ellas pueden considerarse especializadas en el área: el Centro Nacional de Investigaciones en Productos Forestales del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, el Laboratorio de --- Ciencia y Tecnología de la Madera del Instituto Nacional de --- Investigaciones sobre Recursos Bióticos y las áreas correspondientes en la Universidad Autónoma de Guadalajara y en el Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México. La mitad de estas instituciones se localiza en la Ciudad de México y únicamente dos de ellas están realmente en -- contacto con el recurso forestal. Aún en las instituciones -- más especializadas el personal, las instalaciones, la maquinaria y el equipo de laboratorio son insuficientes e inadecuados. Hay aproximadamente cien investigadores trabajando en -- ciencia y tecnología de madera; de ellos sólo uno tiene grado doctoral, trece grado de maestría y los demás tienen licenciatura con mínima especialización en el área. (Echenique-Manrique y Carmona; 1980)

En el caso de la biología de madera una de las causas de esta grave deficiencia puede encontrarse en los centros de enseñanza superior, en los cuales es raro encontrar -- algún curso de anatomía de madera y donde rara vez se trata -- con seriedad el tema en los cursos de botánica o anatomía vegetal. La gran mayoría de los alumnos ignora la posibilidad de especializarse en el campo de la biología de la madera o no comprenden su importancia e interés. En general, se piensa que la ciencia y tecnología de la madera es un campo que -- no incumbe al biólogo, idea que está muy lejos de ser cierta.

Al revisar publicaciones nacionales sobre ciencia y tecnología de la madera se nota que muchas de las investigaciones se realizan en forma errática, sin planeación organizada a mediano o largo plazo y con una relación prácticamente -- inexistente entre las instituciones de investigación. Es posible encontrar varios artículos en que se repite la misma información sobre una especie mientras que hay especies sobre las que no se ha reportado información; esto implica que se -- repiten estudios cuando faltan otros por hacer. Además, es --

casi imposible encontrar información completa sobre una especie determinada; se localizará la descripción anatómica de unas especies, pero no datos sobre sus propiedades físico-mecánicas y lo contrario sucederá con otras; en general sólo existen datos dispersos. Se calcula (Echenique-Manrique y Carmona; 1980) que en México existen ochocientas cincuenta especies maderables con importancia económica actual o potencial y que en la bibliografía sólo es posible encontrar información parcial sobre doscientas cincuenta de ellas y únicamente de setenta y dos hay información casi completa.

Esta situación tiene efectos negativos sobre cualquier investigación pues dificulta la búsqueda de antecedentes y promueve la repetición de investigaciones.

Un problema relacionado es que no hay uniformidad de criterios para descripción de especies lo que ha llevado a que en ocasiones sea necesario repetir descripciones previamente hechas y reportadas en la literatura, para evitar que la discrepancia de criterios afecte los resultados.

Los conocimientos generados a través del estudio de la biología de la madera tienen importante aplicación en varias ramas científicas y tecnológicas como son: ecología y conservación de bosques, ingeniería y arquitectura, diseño industrial, industria del papel, carpintería y, en general, son de gran utilidad para cualquier persona interesada en trabajar en madera.

Aunque vivimos rodeados de objetos fabricados con madera o alguno de sus derivados y los empleamos en gran número de nuestras actividades cotidianas, poco sabemos de esta materia prima y pocos se dedican a estudiarla. En todo el transcurso del desarrollo de la civilización, el hombre ha tenido estrechas relaciones con la madera, sin embargo, aún no ha logrado conocerla a fondo.

Actualmente se habla mucho de la urgente necesidad de lograr un aprovechamiento racional de nuestros recursos naturales e, indudablemente, la madera, como producto de los bosques, es uno de ellos. Pero, cómo pretender aprovechar racionalmente un recurso sin antes conocerlo a fondo, cómo explotarlo adecuadamente sin saber exactamente qué es, cómo se forma y cómo debe utilizarse.

Si se desean encontrar formas sensatas de conservar los bosques (ya sean templados o tropicales) es necesario saber cuál es la mejor forma de aprovechar su madera y de optimizar su explotación, desde la corta de los árboles hasta las últimas fases de su industrialización. Para lograr esto es indispensable estudiar las características y propiedades de la madera; así se puede saber qué especies conviene cortar, en qué cantidad y de qué manera hacerlo para aprovechar su madera al máximo; a que fines destinar cada especie, cómo procesar la madera según el uso que se le dará, la forma más adecuada de secar y almacenar la madera para evitar desperdicio por deformaciones, rajaduras y ataque de hongos o insectos y cómo proteger la madera en servicio del ataque de organismos degradadores. También es importante analizar la forma en que actualmente son explotadas diversas especies, en especial por campesinos o artesanos con tradición cultural indígena, para rescatar ideas y métodos válidos o, cuando sea oportuno, proponer alternativas.

De fundamental importancia son los estudios de anatomía de xilema. Los conocimientos de anatomía de madera pueden emplearse en estudios de sistemática y filogenia de árboles y sirven para identificar muestras. Existen claves taxonómicas basadas en características anatómicas del xilema que permiten identificar muestras de madera; son de gran utilidad para biólogos, arqueólogos, antropólogos y para cualquier persona interesada en saber qué madera se empleó en la fabricación de un objeto. Además, las características anatómicas junto con las propiedades físicas y mecánicas, dan indicios del uso final al que se puede destinar cada especie.

Para trabajar eficientemente con madera es necesario antes conocerla. El entender la estructura celular del xilema es la clave para entender por qué un tinte penetra bien o mal, qué sucede cuando se lija una pieza de madera en dirección perpendicular a la fibra o por qué algunos adhesivos se filtran en ciertas chapas. Para entender la estructura de un nudo, donde se encuentran ciertos tipos de grano o por qué unas maderas son más susceptibles que otras al biodeterioro, es necesario estudiar la estructura de los árboles como organismos vivos, en relación con la formación del xilema. La apreciación y comprensión de la apariencia o figura de la madera se deben buscar en la estructura ana-

tómica del xilema y en las funciones fisiológicas del árbol. (Hoadley; 1980)

En México existen muchas especies tropicales -- que, debido a sus características, podrían sustituir algunas maderas muy codiciadas en el mercado internacional. El realizar estudios profundos sobre estas especies haría posible que el país importara menos volúmenes de madera, y que pudiera ampliar sus exportaciones. Es importante recordar que para conservar el recurso forestal hay que aprender a aprovecharlo, pues los dueños de los bosques -- continuarán talándolos en busca de terrenos agrícolas hasta que comprendan que pueden vivir de su recurso (sin destruirlo); sólo entonces lo aprovecharán, cuidarán y conservarán.

Esta tesis surge del descubrimiento del enorme interés de las distintas áreas del campo de la ciencia y tecnología de la madera y de la importancia que este campo tiene para el país.

El tema se escogió buscando un camino para introducirse, no sólo a los conocimientos básicos del campo, sino también al ambiente en el que se desarrolla la explotación de los recursos forestales (y por tanto de la madera) y la investigación sobre los mismos.

Se trata de un trabajo general, que no pretende generar conocimientos nuevos sino recopilar y analizar información ya existente para acumular conocimientos y experiencias en el área. El trabajo puede ser base y fuente de información de investigaciones posteriores.

El estudio se desarrolló en el estado de Veracruz, en las cercanías de la ciudad de Xalapa; su objetivo central fue determinar qué maderas se explotan en la región del Cofre de Perote, cuáles son las características de estas maderas y qué relación existe entre las características de las diferentes especies y sus usos en la zona.

A todo lo largo de esta tesis se utiliza el calificativo racional (o irracional) para hablar del aprovechamiento del recurso forestal. Es importante hacer no--

tar que dicho adjetivo se utiliza para indicar que el aprovechamiento de los bosques debe conseguir que se conserve el recurso, desde un punto de vista ecológico, y que los productos obtenidos a través del aprovechamiento deben beneficiar a los dueños del recurso, elevando su nivel económico. Para practicar un aprovechamiento racional es necesario encontrar un equilibrio entre el máximo beneficio -- económico y el mínimo daño ecológico; así además se logrará un rendimiento sostenido.

## INTRODUCCION

### I.- LOS BOSQUES DE MEXICO

#### a) La Riqueza Forestal Nacional

La República Mexicana tiene una superficie de - 196 718 300 Ha, de las cuales el 70% es considerada superficie forestal, definida ésta como toda aquella superficie cubierta por vegetación espontánea, con excepción de pastizales sujetos a explotación ganadera. Esta definición, empleada por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, es demasiado amplia y da poca idea de la extensión de los bosques del país. Considerando únicamente las áreas cubiertas con bosques, se tiene que 28 556 942 Ha corresponden a asociaciones boscosas de clima templado frío y ----- 14 441 708 Ha a comunidades de clima cálido húmedo; en total esto representa 21.8% del territorio de la República. - (Cámara Nacional de las Industrias Derivadas de la Silvicultura, Memoria Económica 1980-1981).

Los principales bosques de gimnospermas se encuentran en la Sierra del Norte de Chiapas, en la Sierra Madre del Sur de Guerrero y Oaxaca, en el Eje Neovolcánico en Jalisco, Michoacán, México, Puebla y Veracruz, en las Sierras de San Pedro Mártir y Juárez al Norte de Baja California y - en las Sierras Madre Oriental y Occidental. (Ver Cuadro No. 1)

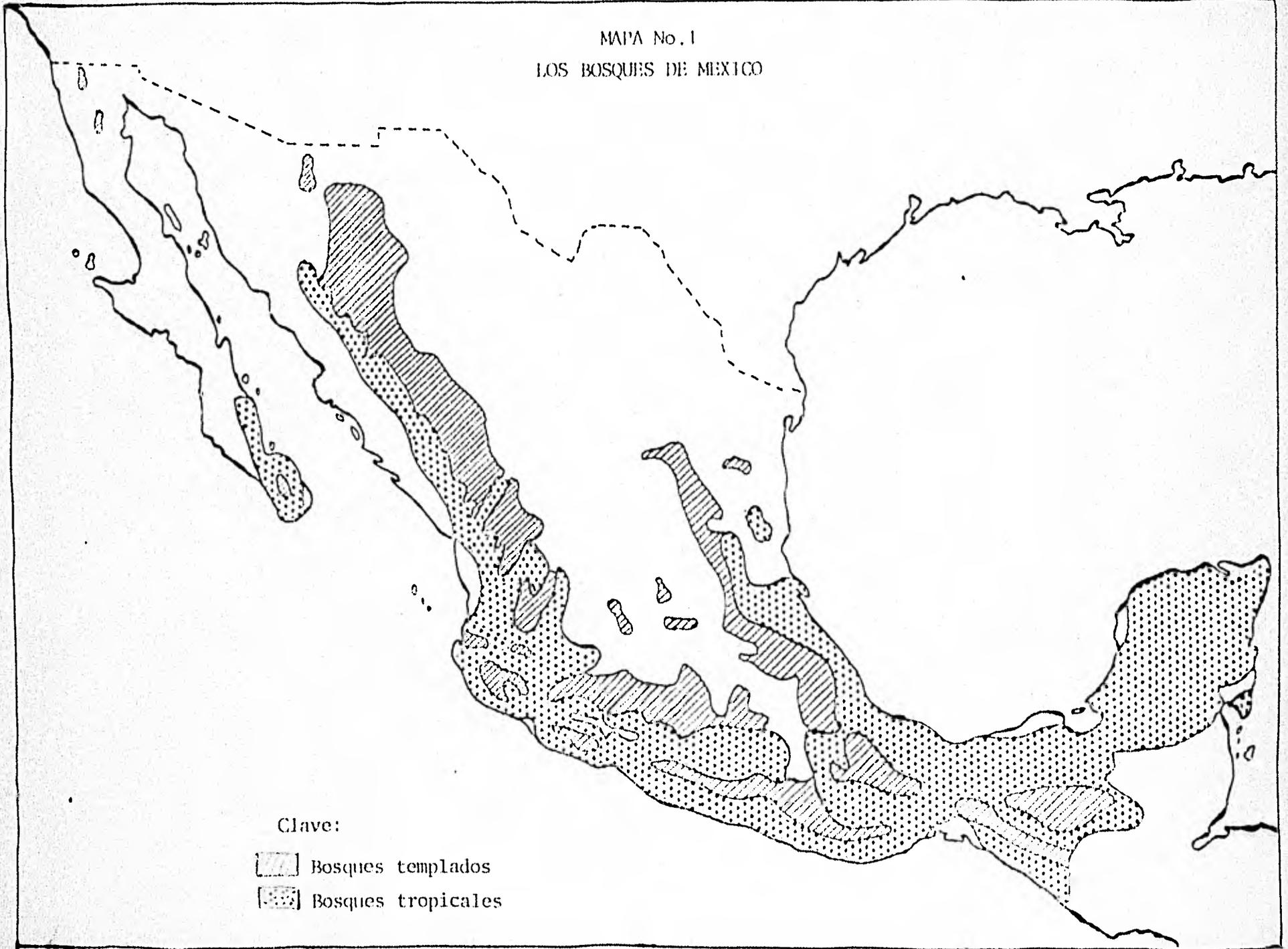
Los bosques mixtos o caducifolios se localizan - principalmente en las siguientes regiones: declive oeste de la Sierra Madre Occidental y parte norte del declive este, - ambas vertientes de la Cordillera Neovolcánica, Sierras Madre Oriental y de Oaxaca y Mesa Central de Chiapas. En general estos bosques constan de especies de gimnospermas y - angiospermas de madera semidura. En la planicie costera -- del Golfo, desde Tampico hasta la Península de Yucatán y en la Costa del Pacífico desde Bahía Banderas hasta el Istmo - de Tehuantepec, existen bosques tropicales formados principalmente por angiospermas de madera dura. (Ver Cuadro No. 1 y Mapa No. 1)

Los estados de la República con mayores extensiones de bosques de clima templado - frío son Chihuahua, Durango, Jalisco, Oaxaca y Guerrero.

Campeche, Chiapas, Veracruz, Yucatán y Quintana Roo son los estados que contienen una mayor superficie de bosques tropicales y subtropicales (ver Cuadro No. 2).

En estas extensiones de bosques existe un total, calculado por la Cámara Nacional de las Industrias Derivadas de la Silvicultura, con base en datos proporcionados -- por la Subsecretaría Forestal y de la Fauna, de ----- 3 195 645 131 m<sup>3</sup> en pie de los cuales el 63.8% corresponde a bosques de clima templado frío y el resto a bosques de -- clima cálido húmedo (ver Cuadro No. 3).

MAPA No. 1  
LOS BOSQUES DE MEXICO



Clave:

-  Bosques templados
-  Bosques tropicales

Cuadro No. 1

## Superficies de bosques en la República Mexicana

	SUPERFICIE EN HECTAREAS
<b>BOSQUES DE CLIMA TEMPLADO Y FRIO</b>	
Sierra Madre Occidental	13 256 255
Sierra Neovolcánica	5 985 112
Sierra Madre del Sur	4 281 075
Sierra Madre Oriental	3 266 225
Sierra de Chiapas	1 419 475
Península de Baja California	348 800
<b>Subtotal</b>	<b>28 556 942</b>
<b>BOSQUES DE CLIMA TROPICAL Y SUB-TROPICAL</b>	
Sureste	10 102 133
Costa del Golfo	2 217 175
Costa del Pacífico	2 122 400
<b>Subtotal</b>	<b>14 441 708</b>
<b>TOTAL</b>	<b>42 998 650</b>
<b>Fuente: Memoria Económica 1980-1981 de la Cámara Nacional de las Industrias Derivadas de la Silvicultura.</b>	

CUADRO No. 2

## SUPERFICIE FORESTAL DE LA REPUBLICA MEXICANA (EN HECTAREAS)

	Coníferas y Latifoliadas	Latifolia deq	Total	Altas	Medianas	Total	Superficie Total Arbolada	Superficie Arbustiva	Superficie de Matorral	Áreas Perturbadas	Vegetación Hidrófila	Superficie Total Forestal
Aguascalientes	10 500	-	10 500	-	-	-	10 500	40 800	151 600	-	-	201 900
B. California N.	164 800	-	164 800	-	-	-	164 800	1 735 200	3 542 400	210 800	-	5 653 200
B. California S.	41 200	142 800	184 000	-	-	-	184 000	1 764 400	2 430 000	-	-	4 378 400
Campeche	-	-	-	616 400	2 738 400	3 354 800	3 354 800	247 440	-	164 960	267 200	4 034 400
Coahuila	143 725	48 525	192 250	-	-	-	192 250	581 050	12 247 925	370 700	-	13 391 925
Colima	50	28 975	29 025	-	98 000	98 000	127 025	103 000	55 375	30 775	400	316 575
Chiapas	1 005 900	413 575	1 419 475	1399 725	1 226 000	2 125 725	3 545 200	452 575	-	1 083 700	7 200	5 038 675
Chihuahua	4 161 080	948 600	5 109 680	-	-	-	5 109 680	1 324 800	8 999 200	700 000	-	16 133 680
Distrito Federal	34 400	14 400	48 800	-	-	-	48 800	-	-	40 400	-	89 200
Durango	3 830 675	233 600	4 064 275	-	-	-	4 064 275	2 308 400	2 780 000	411 200	-	9 563 875
Guanaajuato	172 675	213 825	386 500	-	-	-	386 500	639 720	159 930	905 875	-	2 042 025
Guerrero	1 515 600	499 600	2 015 200	-	244 000	244 000	2 259 200	1 815 425	104 000	1 103 225	-	5 281 850
Hidalgo	210 250	223 375	433 625	50	11 050	11 100	444 825	61 700	535 525	556 975	-	1 599 025
Jalisco	1 067 200	1 502 000	2 569 200	-	160 400	160 400	2 729 600	1 102 400	502 350	2 150	5 194-900	3 731 400
México	406 800	291 600	698 400	-	-	-	698 400	46 000	12 000	531 200	-	1 288 400
Michoacán	1 266 400	466 800	1 733 200	-	319 600	319 600	2 052 800	867 600	259 200	1 141 200	-	4 320 000
Norelos	33 500	8 175	41 675	-	-	-	41 675	109 725	55 575	117 350	-	324 325
Nayarit	442 000	130 800	572 800	-	120 000	120 000	1 132 800	844 400	84 400	108 000	134 400	2 304 000
Nuevo León	662 800	3 200	666 000	-	-	-	666 000	2 126 400	1 850 000	55 600	-	4 698 000
Oaxaca	1 218 225	1 047 650	2 265 875	52 750	921 750	974 500	1 240 375	1 709 550	859 300	2 499 225	2 925	3 311 375
Puebla	273 649	25 563	299 212	-	123 725	123 725	422 937	821 080	211 720	921 420	-	2 377 157
Querétaro	95 650	94 800	190 450	-	-	-	190 450	3 000	527 225	230 675	-	951 350
Quintana Roo	-	-	-	461 830	1 206 103	1 667 933	1 667 933	1 217 581	-	58 125	653 750	1 014 550
San Luis Potosí	79 075	338 225	417 300	-	5 150	5 150	422 450	633 625	3 554 200	816 775	-	5 427 050
Sinaloa	465 600	667 600	1 133 200	-	980 400	980 400	2 113 600	1 790 000	59 600	294 400	174 400	4 342 000
Sonora	900 800	482 400	1 383 200	-	-	-	1 382 200	2 685 600	7 402 400	91 600	4 800	11 567 600
Tabasco	-	-	-	60 775	178 800	239 575	239 575	63 100	-	58 125	653 750	1 014 550
Tamaulipas	526 400	503 600	1 030 000	-	-	-	1 030 000	1 604 800	844 400	1 476 400	321 600	5 297 200
Tlaxcala	65 200	18 400	83 600	-	-	-	83 600	-	-	128 800	-	212 400
Veracruz	155 200	326 800	482 000	238 800	1 838 400	2 077 200	2 559 200	140 680	19 600	1 058 520	91 200	4 069 200
Yucatán	-	-	-	400	1 739 200	1 739 600	1 739 600	-	-	1 400 000	27 200	2 906 800
Zacatecas	353 600	388 800	742 400	-	-	-	742 400	618 800	3 588 000	70 400	-	5 019 600
<b>T O T A L</b>	<b>19 293 054</b>	<b>9 263 888</b>	<b>28 556 942</b>	<b>2 330 730</b>	<b>12 110 978</b>	<b>14 441 708</b>	<b>42 998 650</b>	<b>27 568 851</b>	<b>51 392 775</b>	<b>18 126 818</b>	<b>1 688 825</b>	<b>141 775 919</b>

Tomado de la Memoria Económica 1980 - 1981 de la Cámara Nacional de las Industrias Derivadas de la Silvicultura.

CUADRO No. 3

EXISTENCIAS DE MADERA EN LOS BOSQUES DE MEXICO (M<sup>3</sup> EN ROLLO)

	BOSQUES			SELVAS			Existencias Totales
	Coníferas y Latifoliadas	Latifoliadas	Total	Altas	Medianas	Total	
Aguascalientes	426 000	-	426 000	-	-	-	420 000
B. California N.	15 378 971	-	15 378 971	-	-	-	15 378 971
B. California S.	1 830 000	2 460 000	4 290 000	-	-	-	4 290 000
Campeche	-	-	-	36 984 000	109 536 000	146 520 000	146 520 000
Coahuila	2 874 500	727 875	3 602 375	-	-	-	3 602 375
Colima	5 700	2 202 100	2 207 800	-	4 900 000	4 900 000	7 107 800
Chiapas	101 099 000	25 768 400	126 867 400	176 346 100	188 104 964	364 451 064	491 318 464
Chihuahua	230 524 000	27 000 000	257 524 000	-	-	-	257 524 000
Distrito Federal	5 505 280	820 800	6 326 080	-	-	-	6 326 000
Durango	245 273 000	6 600 000	251 873 000	-	-	-	251 873 000
Guanajuato	3 289 163	4 972 643	8 261 806	-	-	-	8 261 806
Guerrero	227 340 000	59 452 400	286 792 600	-	12 200 000	12 200 000	298 992 400
Hidalgo	21 732 808	15 256 113	36 988 921	15 618	1 050 048	1 065 666	38 054 587
Jalisco	87 743 050	84 711 298	172 454 348	-	8 020 000	8 020 000	180 474 348
México	58 986 000	14 871 600	73 857 600	-	-	-	73 857 600
Michoacán	163 365 600	13 404 000	176 769 600	-	15 980 000	15 980 000	192 749 600
Morelos	4 929 750	358 874	5 288 624	-	-	-	5 288 624
Nayarit	27 647 520	11 786 404	39 433 924	-	16 000 000	16 000 000	55 433 924
Nuevo León	34 403 297	91 731	34 495 028	-	-	-	34 495 028
Oaxaca	116 096 220	58 809 853	174 906 073	18 104 993	201 971 254	220 076 247	394 982 320
Puebla	31 329 418	18 020 056	49 349 474	-	9 269 681	9 269 681	58 619 155
Querétaro	4 260 900	4 701 780	8 962 770	-	-	-	8 962 770
Quintana Roo	-	-	-	26 207 815	78 591 415	104 879 230	104 879 230
San Luis Potosí	3 053 510	20 815 593	23 869 103	-	579 169	579 169	24 448 272
Sinaloa	27 586 334	16 980 406	44 566 740	-	49 020 000	49 020 000	93 586 740
Sonora	44 322 963	12 269 844	56 592 807	-	-	-	56 592 807
Tabasco	-	-	-	5 684 285	12 805 656	18 489 941	18 489 941
Tamaulipas	59 233 160	43 467 226	102 700 386	-	-	-	102 700 386
Tlaxcala	7 628 400	754 400	8 382 800	-	-	-	8 382 800
Veracruz	18 934 400	20 588 400	39 522 800	21 492 000	91 920 000	113 412 000	152 934 800
Yucatán	-	-	-	24 000	69 568 000	69 592 000	69 592 000
Zacatecas	18 353 962	11 145 341	29 499 303	-	-	-	29 499 303
<b>T O T A L</b>	<b>1 563 152 996</b>	<b>478 037 137</b>	<b>2 041 190 133</b>	<b>284 938 811</b>	<b>869 516 187</b>	<b>1 154 454 998</b>	<b>3 195 654 131</b>

Tomado de la Memoria Económica 1980-1981, Cámara Nacional de Industrias Derivadas de la Silvicultura

b) Tipos de bosque

1.- Bosques de pino.- Los bosques de pino son comunidades - siempre verdes. En ocasiones la presencia de árboles de otros generos, frecuentemente Quercus - spp, hace que el bosque sea más o menos caducifolio.

Los pinares se presentan en una gran variedad de climas pero, en el país, las grandes masas de pino se encuentran en zonas con temperatura media anual entre 10 y 20°C y con 600 a 1 000 mm de lluvia al año, lo que corresponde a climas Cw de la clasificación de Köppen. En general son áreas afectadas por heladas todos los años y la precipitación se concentra en seis o siete meses. En México muestran preferencia por suelos ígneos, también se les encuentra sobre gneiss y esquistos y, con menos frecuencia, sobre margas, areniscas, lutitas y calizas. El color del suelo, su textura y su contenido de nutrientes varían considerablemente de un lugar a otro; son bastante frecuentes la tierras rojas, más o menos arcillosas y los suelos negros o muy oscuros son también bastante comunes, sobre todo a más de 3 000 msnm. Los bosques de pino pueden desarrollarse sobre suelos poco profundos de pendientes pronunciadas o sobre suelos muy profundos; no toleran suelos con drenaje deficiente. El horizonte de humus es de 10 a 30 cm y el suelo está cubierto por hojas de pino. La altura del bosque es variable; oscila entre 8 y 25 m pero hay pinos que llegan a medir hasta cuarenta metros. Los troncos de los pinos generalmente son derechos y en los bosques suelen persistir sólo las ramas superiores. El grosor de los fustes por lo común varía entre 20 y 60 cm. (Rzedowski; 1978)

El gran desarrollo del estrato herbáceo, cuyos componentes cuantitativamente más importantes son, por lo general, las gramíneas, suele ser favorecido por los frecuentes incendios, y a la vez puede ser que favorezca la expansión de éstos.

Las trepadoras altas y leñosas son escasas o ausentes al igual que, generalmente, las epífitas vasculares. Las parásitas y hemiparásitas más comunes son Lorantáceas - del genero Arceuthobium y hongos del grupo de los poliporáceos, sobre todo especies de Fomas.

Los elementos más conspicuos del estrato rasante

y de las sinusias epifíticas son musgos, líquenes y hongos. La microflora es variada y abundante, siendo un elemento -- esencial las micorrizas.

Los pinares son la categoría de bosque más explotada comercialmente. Dentro de la riqueza forestal de México constituye un recurso de primordial importancia por la demanda de su madera, la facilidad de su explotación, por la relativa rapidez de crecimiento de algunas de sus especies y por la extensa área de distribución en el país.

La madera de pino es destinada principalmente a la ebanistería, construcción, elaboración de chapa y tri--play, empaque, y pulpa para celulosa y papel.

Grandes extensiones de lo que era antes bosque de pino son ahora terrenos agrícolas, principalmente terrenos de temporal. A altitudes inferiores a los tres mil metros los cultivos más comunes son maíz, frijol, avena, trigo, cebada y algunos frutales de clima templado. En terrenos más elevados, si la pendiente no es demasiado pronunciada, se siembra papa y avena.

2.- Bosques caducifolios.- Los bosques caducifolios o bosques mesófilos de montaña son comunidades de clima templado húmedo en que predominan especies arbóreas que pierden sus hojas en la época desfavorable del año. Con frecuencia la comunidad incluye tanto árboles perennes como de hoja caduca y lo común es que el bosque que clímax nunca se vea totalmente desfoliado. El período de carencia de follaje suele ser breve y durante los meses más fríos del año.

Se trata de una comunidad densa, con árboles cuya altura generalmente alcanza entre 15 y 35 m; el diámetro de los troncos también es muy variable, lo común es entre 30 y 50 cm. Este tipo de bosque prospera a altitudes no menores a 600 msnm. El límite altitudinal superior depende principalmente de la distribución altitudinal de la humedad; en México es muy poco frecuente encontrarlo por encima de los 2 700 msnm. La precipitación media anual es de más de ---- 1 000 mm, comunmente mayor a 1 500 mm y en algunos casos superior aún a los 3 000 mm. El número de meses secos al año va de cero a cuatro. En la mayoría de los sitios en que se desarrolla este tipo de vegetación son frecuentes las nebl

nas y hay una alta humedad atmosférica. La temperatura media anual varía entre 12 y 23°C y en general hay heladas en los meses más fríos. Por lo común, el bosque caducifolio se desarrolla en regiones de relieve accidentado. Frecuentemente se establece en sustratos de caliza, andesíticos, basálticos, de granito, gneiss y muchos otros tipos de roca. Los suelos son someros o profundos; amarillos, rojos o negruzcos. Contienen abundante materia orgánica en los horizontes superiores. Son suelos ácidos, de textura arcillosa o arenosa y húmedos durante todo el año. Este tipo de bosque no se desarrolla en suelos con drenaje deficiente (Rzedowski; 1978).

En el bosque caducifolio existen varios estratos arbóreos, además de uno o dos arbustivos. En el estrato arbóreo son muy comunes especies de los géneros Quercus, Juglans, Liquidambar y Platanus. El estrato herbáceo tiene muy poco desarrollo en los bosques no perturbados. Las trepadoras leñosas y las epífitas son bastante abundantes, sobre todo en lugares protegidos.

Debido a las condiciones climáticas favorables, y a pesar de lo abrupto del terreno, muchas de las áreas cubiertas por bosque mesófilo de montaña en México han sido densamente pobladas y muy explotadas. La vegetación original ha ido siendo eliminada de grandes extensiones de terreno y hay regiones en las que ya no existe. El maíz y el frijol son los cultivos más frecuentes en estas áreas. En altitudes inferiores a 1 000 msnm y en ocasiones hasta 1 500 msnm se planta café, en las comarcas favorables para tal cultivo éste llega a desplazar por completo cualquier otro uso del suelo. En altitudes superiores son frecuentes los huertos de manzana, aguacate y algunos otros frutales pero el uso más común es el establecimiento de pastizales que dan sustento a ganaderías, principalmente vacunas, bastante prósperas.

Varios árboles del bosque caducifolio tienen madera de buena calidad que se emplea localmente para diversos usos pero prácticamente no existen aprovechamientos forestales en forma.

3.- Bosque tropical perennifolio.- En esta comunidad predominan árboles siempre verdes de más de veinticinco metros de alto. Comúnmen

te algunos de los árboles pierden sus hojas durante una corta temporada que generalmente coincide con la época de floración de la especie pero el bosque nunca pierde totalmente su verdor, ya que no coinciden las épocas de defoliación.

En México, este tipo de vegetación generalmente se desarrolla en altitudes entre 0 y 1 000 msnm. La temperatura media anual varía entre los 20 y 26°C. La precipitación media anual es de 1 500 a 3 000 mm y en ocasiones mayor a 4 000 mm; hay menos de tres meses secos al año. El bosque tropical perennifolio no tiene preferencia por un sustrato determinado. Los suelos, por lo común, son ricos en materia orgánica en los horizontes superiores, son oscuros o rojizos, con un alto contenido de arcilla y un pH ácido o neutro. (Rzedowski; 1978)

Los árboles de este tipo de bosque tienen troncos rectos con diámetros de 40 a 80 cm, y en ocasiones mayores a dos metros. Algunos de los géneros más comunes del estrato arbóreo son Swietenia, Ficus, Manilkara, Cedrela, Dialium Brosimum. Son muy abundantes las trepadoras leñosas y las epífitas pero poco comunes las briofitas, pteridofitas y, no muy comunes, los hongos.

Grandes extensiones antes cubiertas por bosque tropical perennifolio han sido desmontadas para fines agrícolas y para establecer pastizales mantenidos artificialmente. Varias especies maderables tienen alto valor comercial, como el cedro y la caoba que han sido sobreexplotadas desde tiempos de la Conquista Española.

4.- Bosque tropical subcaducifolio.- Al menos la mitad de los árboles que componen este tipo de vegetación deja caer sus hojas durante la temporada de sequía pero el bosque conserva todo el año algo de verdor, pues algunas de sus especies son perennes.

En México este tipo de bosque tropical prospera entre los 0 y 1300 msnm. El rango de temperatura media anual va de 20 a 28°C. La precipitación media anual varía entre 1 000 y 1 600 mm; hay una temporada de sequía de cinco a siete meses, cuyo efecto se ve parcialmente atenuado por la conservación de la humedad atmosférica. Este bosque no está asociado con ningún tipo particular de roca; el sue

lo puede ser somero o profundo. La materia orgánica suele ser abundante y el drenaje rápido. El suelo es ácido o casi neutro. (Rzedowski, 1978)

La altura de los árboles varía entre quince y cuarenta metros; los troncos tienen diámetros de 30 a 80 cm. Ejemplos típicos del estrato arbóreo son especies de los géneros Calophyllum, Cordia, Lucea, Brosimum, Tabebuia, Dalbergia y Caesalpinia entre muchos otros. El estrato arbustivo es muy variable y el estrato herbáceo es muy escaso.

Al igual que el bosque tropical perennifolio, esta comunidad se desmonta para fines agrícolas y ganaderos, pero con menor frecuencia y menos éxito. Desde el punto de vista forestal, este bosque no es muy explotado pues no se conoce la posible utilidad de la mayoría de sus especies; se hace tala selectiva de algunos árboles maderables como Cedrela mexicana o cedro rojo, Dalbergia granadillo o granadillo e Hymenea curbaril o guapinol.

5.- Bosque tropical caducifolio.- Los árboles de los bosques tropicales caducifolios pierden sus hojas durante una época de sequía que dura aproximadamente seis meses.

En México estos bosques se desarrollan entre 0 y 1 900 msnm. La temperatura media anual varía entre 20 y 29°C. Hay dos estaciones bien marcadas: una seca, de diciembre a mayo y una lluviosa durante el resto del año. La precipitación media anual fluctúa entre 300 y 1 800 mm. Esta comunidad muestra una acentuada preferencia por suelos someros pedregosos y frecuentemente se localiza en laderas de cerros. La textura de los suelos puede ser muy variable y su pH puede ser desde ácido hasta ligeramente alcalino. -- (Rzedowski; 1978)

La altura de este bosque oscila entre ocho y doce metros. El diámetro de los troncos es menor a 50 cm y su fuste es, generalmente, de forma irregular y se encuentra muy ramificado. Algunos géneros comunes en el estrato arbóreo son Lysitoma, Bursera, Cassia, Pithecellobium, Prosopis y Haematoxylon. El estrato arbustivo es muy variable de un lugar a otro, según la densidad de la comunidad. El estrato herbáceo está muy poco desarrollado. Las trepadoras y -

las epífitas son escasas.

El impacto del hombre sobre este tipo de vegetación ha sido menor que en el caso del bosque tropical pennifolio y del bosque tropical subcaducifolio y sólo ha sido talado en zonas con alta presión demográfica. Los árboles de este bosque no presentan fustes de tamaño ni forma apropiados para explotación forestal y, en general, sus maderas sólo se utilizan localmente.

6.- Bosque espinoso.- Los bosques espinosos son comunidades bajas, más o menos caducifolios, con árboles espinosos en su mayor parte.

Este bosque se localiza entre los 0 y 2 200 msnm, abarcando gran cantidad de climas. La temperatura media anual oscila entre 17 y 29°C. La precipitación media anual varía entre 350 y 1 200 mm, habiendo de cinco a nueve meses secos. Estas comunidades prosperan en terrenos planos o poco inclinados. Los suelos generalmente son profundos, muy oscuros y más o menos ricos en materia orgánica. (Rzedowski; 1978)

La altura del bosque espinoso varía entre cuatro y quince metros. Los troncos son delgados y frecuentemente se ramifican cerca de la base. Algunos de los géneros más comunes son Pithecellobium, Acacia, Cercidium, Bursera y Prosopis.

El estrato arbustivo de las comunidades poco densas está bien desarrollado y compuesto principalmente por arbustos espinosos. Los bosques densos están prácticamente desprovistos de estrato herbáceo pero éste es abundante en las comunidades menos densas. Las pteridofitas y las briofitas son escasas.

Los terrenos de bosque espinoso han sido extensamente talados para establecer sistemas agrícolas de riego. En ocasiones este bosque es sustituido por pastizales. La destrucción ha sido muy intensa y sólo quedan vestigios de este tipo de vegetación.

El bosque espinoso tiene poco valor desde un punto de vista forestal aunque localmente se extrae carbón vegetal de algunas de sus especies.

c) Panorama general de la situación actual de los bosques de México

Al hablar, leer o pensar sobre la situación de los bosques del país y su aprovechamiento se percibe una gran paradoja: los bosques del país no se aprovechan pero están sobreexplotados. Esta situación se ha producido --- por diversos factores de orden económico, político y so--- cial y tiene graves efectos socioeconómicos y ecológicos.

Como ya se mencionó, las 42 998 650 hectáreas -- arboladas del territorio nacional contienen aproximadamente 3 195 645 131 m<sup>3</sup> de madera en rollo disponibles; de estos, el 63% es de madera proveniente de bosques templados y fríos, la mayoría de gimnospermas y el resto de selvas tropicales principalmente de selvas medianas. La Cámara Nacional de Industrias Derivadas de la Silvicultura calcula un incremento anual de 28 460 065 m<sup>3</sup> para las coníferas y de 16 300 000 m<sup>3</sup> para las especies tropicales y menciona que en 1980 se cortaron aproximadamente 9 048 381 m<sup>3</sup> al -- año. Aún aumentando a la última cifra una aproximación arbitraria de 6 000 000 m<sup>3</sup> de corta ilegal anual, es claro -- que la potencialidad de los bosques de México es tal, que si se cortase únicamente un volumen de madera equivalente al incremento anual, se podrían aprovechar, sin dañar los bosques, más metros cúbicos de los que se cortan actualmente. Sin embargo, los bosques están sufriendo cortas excesivas y la superficie ocupada por ellos es cada vez menor.

La madera que se extrajo en 1980 se destinó a la elaboración de los siguientes productos y subproductos:

CUADRO No. 4	rollo aserrable	3 139 256 m <sup>3</sup>
	rollo para chapa	332 978
	rollo para postería	236 939
	material celulósico	2 637 411
	rollo para combustible	485 346
	otras rollizas	19 359
	durmientes	361 457
	aserrío	1 629 359
	material de empaque	198 907
	labrados	4 058
	industrializados	1 900
desperdicios	1 411	

Datos de la Cámara Nacional de Industrias Derivadas de la Silvicultura.

Esta producción permitió la exportación de ----- 116 594 m<sup>3</sup>r que equivalen a \$1 202 033 000 y provocó la importación de 4 920 847 m<sup>3</sup>r que costaron \$20 535 681 000 (ver Cuadro No. 5). El optimizar la extracción y utilización de madera, a través de implantación de técnicas de manejo forestal, permitiría disminuir en gran medida esta pérdida de divisas.

Datos de SARH (ver Cuadro No. 3) muestran que la producción maderable se concentra en los estados de Chihuahua, Durango y Michoacán, no por la extensión de su superficie arbolada sino por el volumen y valor de la producción. En estos estados también se encuentran importantes centros de industrialización de madera y focos de interés por mejorar la situación actual del sector maderero del país.

CUADRO No. 5

## IMPORTACIONES Y EXPORTACIONES DE PRODUCTOS MADERABLES

PRODUCTO	EXPORTACIONES		IMPORTACIONES	
	m <sup>3</sup> r	miles \$	m <sup>3</sup> r	miles \$
leña y carbón vegetal	11421	8647	2984	5716
madera en bruto	8	---	62295	286968
madera semi-elaborada	21587	5612	427726	1171450
tableros de madera	1489	972	117731	404114
otras manufacturas	32993	870426	9932	279174
materias para fabricar papel	861	2700	2453704	8590768
papel, cartón y sus manufacturas	48165	293886	1846473	9797491
<b>TOTALES</b>	<b>116524</b>	<b>1202033</b>	<b>4920847</b>	<b>20535681</b>

Fuente: Memoria Económica 1980 de la Cámara Nacional de las Industrias Derivadas de la Silvicultura.

La producción forestal no maderable comprende - gran variedad de materiales, sustancias y materias primas que son aprovechados como insumos en diferentes industrias; Se ha concentrado en los estados de Michoacán, Coahuila y Veracruz que aportan el 73% de la producción nacional. -- Los principales productos de este grupo son resinas, ceras y fibras. (Ver cuadro No. 6).

Según la SARH el 55% de los bosques es propiedad ejidal y comunal, el 35% es pequeña propiedad y el diez -- por ciento restante corresponde a terrenos nacionales y -- parques.

En 1980 el 33% de la producción provino de pro-- piedades privadas, el 65% de propiedades de tipo ejidal y comunal y el 0.8% de terrenos nacionales, estatales o muni-- cipales (ver cuadro No. 7). Probablemente mucho más del - 33% de la producción fué financiada por la iniciativa pri-- vada y benefició a este sector, pues diversas empresas pri-- vadas tienen la concesión de bastante proporción de bos--- ques ejidales y comunales.

Actualmente los recursos forestales son explota-- dos por cinco tipos de organizaciones:

- a) empresas particulares con permisos ordinarios de uno a diez años.
- b) empresas privadas con unidades industriales - de explotación forestal y con permisos de --- veinticinco a cincuenta años.
- c) empresas estatales con unidades industriales de explotación forestal y con permisos de -- veinticinco a cincuenta años.
- d) organismos descentralizados y empresas federa-- les y estatales con permisos de uno a diez -- años.
- e) empresas ejidales y comunales.

(Ver cuadro No. 7).

CUADRO No. 6  
 PRODUCCION NO MADERABLE EN 1980  
 (Volumen en toneladas)

Estado	Resina	Goma	Ceras	Rizomas	Fibras	Otros	Total
Aguascalientes	—	—	—	—	—	—	—
Baja California	—	—	—	—	—	240	240
Campeche	—	221	—	—	—	—	221
Coahuila	—	—	1 715	—	950	202	2 867
Colima	—	—	—	—	—	—	—
Chiapas	—	6	—	95	—	500	601
Chihuahua	—	—	207	—	—	330	537
Durango	—	—	391	—	20	208	619
Guanajuato	—	—	—	—	—	—	—
Guerrero	—	—	—	—	—	564	564
Hidalgo	—	—	—	—	—	71	71
México	2 376	—	—	109	—	—	2 484
Michoacán	28 880	—	—	—	—	1 288	30 168
Morelos	—	—	—	—	—	—	—
Nayarit	—	—	—	—	—	713	713
Nuevo León	—	—	—	—	797	164	961
Oaxaca	612	—	—	389	—	365	1 366
Puebla	—	—	—	—	—	218	218
Quintana Roo	—	299	—	—	—	28	327
San Luis Potosí	—	—	—	—	212	15	227
Sinaloa	—	—	—	—	—	25	25
Sonora	—	—	—	—	—	—	—
Tabasco	—	—	—	—	—	171	171
Tamaulipas	—	—	—	—	1 261	1 239	2 500
Tlaxcala	—	—	—	—	—	—	—
Veracruz	—	5	—	797	—	627	1 429
Yucatán	—	—	—	—	—	32	32
T O T A L	35 965	531	2 573	1 390	3 680	7 803	51 942

Fuente: Memoria Económica 1980 de la Cámara Nacional de las Industrias Derivadas de la Silvicultura.

## CUADRO No. 7

## PRODUCCION POR TIPO DE ORGANIZACION

Forma de Organización	Producción Miles m <sup>3</sup> r	Participación %
Unidades de ordenación e industriales de explotación forestal		
Privada	1 413 800	18.4
Estatal	482 870	6.3
Organismos descentralizados y empresas estatales (Permisos ordinarios de 1 a 10 años)	534 993	7.0
Empresas ejidales y comunales (Permisos ordinarios de 1 a 10 años)	2 822 400	36.7
Empresas particulares (Permisos ordinarios de 1 a 10 años)	2 423 437	31.6

Fuente: Plan de Desarrollo Forestal; 1980 SARH

El número de empresas particulares con permisos de uno a diez años es grande, y en 1977 controló el 31.6% del total de la producción. (Plan de Desarrollo Forestal; 1980, SARH). Este tipo de organización industrial ha propiciado, en gran parte, la situación actual de la industria forestal: bajas posibilidades productivas de los bosques y poco interés de parte de los dueños de los bosques por la recuperación del recurso. En un período de diez años es difícil cimentar y desarrollar una industria, por lo que la mayoría de empresas de este tipo se limitan a obtener los mayores beneficios en el mínimo de tiempo, sin preocuparse por los daños que pueden sufrir los bosques ni por los ingresos de sus trabajadores o de los dueños de --

los dueños de los bosques. Los datos del Censo de 1970 -- muestran que de la población dedicada a actividades forestales, el 53.9% recibió ingresos inferiores al salario mínimo, el 29.5% recibió ingresos inferiores al salario mínimo pero mayores que la mitad de éste, el 10.6% tuvo ingresos iguales al salario mínimo y que únicamente el 6% restante percibió ingresos superiores al sueldo mínimo; los datos preliminares del Censo de 1980 muestran diferencias semejantes.

Las empresas privadas con unidades industriales de explotación forestal tienen una gran ventaja sobre el tipo anterior pues tienen permisos de veinticinco a cincuenta años que, al contrario de los ordinarios, son prorrogables, lo que permite planeación a muy largo plazo. Para conceder este tipo de permiso el Gobierno exige planes y programas de industrialización concretos y de interés público. Este grupo de empresas controlaba, en 1977, el 18.4% de la producción nacional (Plan de Desarrollo Forestal; 1980, SARH), siendo superado únicamente por las empresas privadas con permisos ordinarios y las empresas comunales y ejidales con el mismo tipo de permisos. El hecho de que los poseedores del recurso sólo puedan venderlo a la industria concesionaria crea graves problemas a corto y mediano plazo pues estas empresas tienden a perjudicar a los dueños del bosque.

En los últimos años ha habido, por parte del gobierno, una tendencia a limitar la concesión y renovación de este tipo de permisos a empresas privadas y, en cambio, aumentar los correspondientes a empresas comunales y ejidales. Se busca terminar con los abusos de las empresas privadas y mejorar el nivel de vida de ejidos y comunidades haciendo que ellos sean quienes obtengan los beneficios de su recurso.

Las empresas estatales con unidades industriales de explotación forestal tienen permisos de veinticinco a cincuenta años y controlaron, en 1977, el 6.3% de la producción nacional. (Plan de Desarrollo Forestal; 1980, SARH), orientándose principalmente hacia la producción de papel. Aunque estas empresas son del Estado, su actitud hacia los poseedores de los bosques es la misma que la de los empresarios privados. Afortunadamente, en los últimos --

años estas empresas han empezado a hacer intentos por mejorar el recurso forestal e integrar a los dueños del bosque al proceso productivo. Uno de los problemas de este tipo de empresa es la burocratización de su organización.

Las empresas ejidales y comunales fueron constituidas como un intento de solución a los problemas entre las empresas privadas y estatales y los propietarios del bosque, también buscando propiciar el aprovechamiento racional de los recursos forestales por los ejidatarios y comuneros. Un gran número de aprovechamientos, originalmente controlados por empresarios privados, pudieron organizarse como unidades de producción ejidal y comunal que empezaron a industrializar y comercializar sus productos. En 1977 este tipo de empresas controló el 36.7% de la producción. (Plan de Desarrollo Forestal; 1980 SARH). La mayor parte de estas empresas no cuentan con la capacidad financiera y administrativa necesarias para una operación a largo plazo; este problema no les permite aprovechar al máximo sus posibilidades.

En la industria forestal hay un bajo desarrollo tecnológico, con una fuerte dependencia de la tecnología extranjera. Una de las causas de este problema es la falta de investigación conducente a diseñar y fabricar maquinaria y equipo tanto par la industrialización de la madera como para investigación en el campo de tecnología de madera, congruente con la situación económica del país y con el nivel de capacitación de los técnicos y trabajadores de la industria forestal, adecuado a las características topográficas y climatológicas de las regiones y correspondiente a las características fisicomecánicas del recurso. En México se producen pocas herramientas y máquinas, importándose la mayoría del equipo como son motosierras, tractores, grúas, sierras, afiladoras y descortezadoras.

Existen numerosos problemas en la comercialización de los productos forestales debido, en parte, a los métodos obsoletos de abastecimiento de materia prima y distribución de productos terminados; además, faltan mecanismos que aseguren la proporcionalidad entre el costo de la madera y el valor agregado en los procesos industriales. La comercialización de los productos no maderables presenta aún mayores problemas con relación a los maderables, ya que los produc-

tores carecen de organización y están sujetos a intermediarios, quienes les compran sus productos a precios inferiores a su valor comercial.

La industria forestal del país está poco desarrollada y no es tan productiva ni eficiente como podría ser, dada la gran potencialidad forestal del territorio nacional. Esta situación es producto y causa del estado actual de los bosques de México; se ha formado un círculo vicioso: la industria depende de los bosques y la mala situación de éstos repercute negativamente en ella, a la vez que los intentos por establecer sistemas de aprovechamiento racional de los bosques no reciben de la industria forestal el apoyo que necesitan. Una explotación racional, óptima, de los bosques impulsaría considerablemente la industria forestal pues eliminaría algunos de sus problemas al terminar con algunas de las dificultades en el abastecimiento de materia prima y -- elevando la calidad de ésta.

La industria maderera se ve afectada negativamente por cuatro factores principales que se encuentran relacionados entre sí: irregularidad en el abastecimiento de materia prima, falta de tecnología adecuada, desconocimiento de las características y propiedades de las maderas nacionales y escasez de créditos. (Ver fig. No. 1)

El que las industrias no tengan la seguridad de un abastecimiento de madera continuo y suficiente perjudica sus finanzas, afecta sus posibilidades de crédito y, muchas veces, hace fracasar planes a largo plazo.

La falta de tecnología adecuada para extraer y -- trabajar optimamente las maderas nacionales disminuye la -- eficacia de las empresas y provoca un enorme desperdicio de madera. Un efecto de este problema es el elevado precio -- que dan a sus productos los distribuidores y procesadores -- de madera. Este alto costo restringe el mercado, repercutiendo también sobre las finanzas de las empresas y su posibilidad de obtener créditos, de mejoración y de expansión.

El desconocimiento de las características de la -- mayor parte de las maderas que existen en México, ha provocado que se exploten muy pocas especies, desperdiciando la gran diversidad de maderas que se pueden extraer de los bosques.

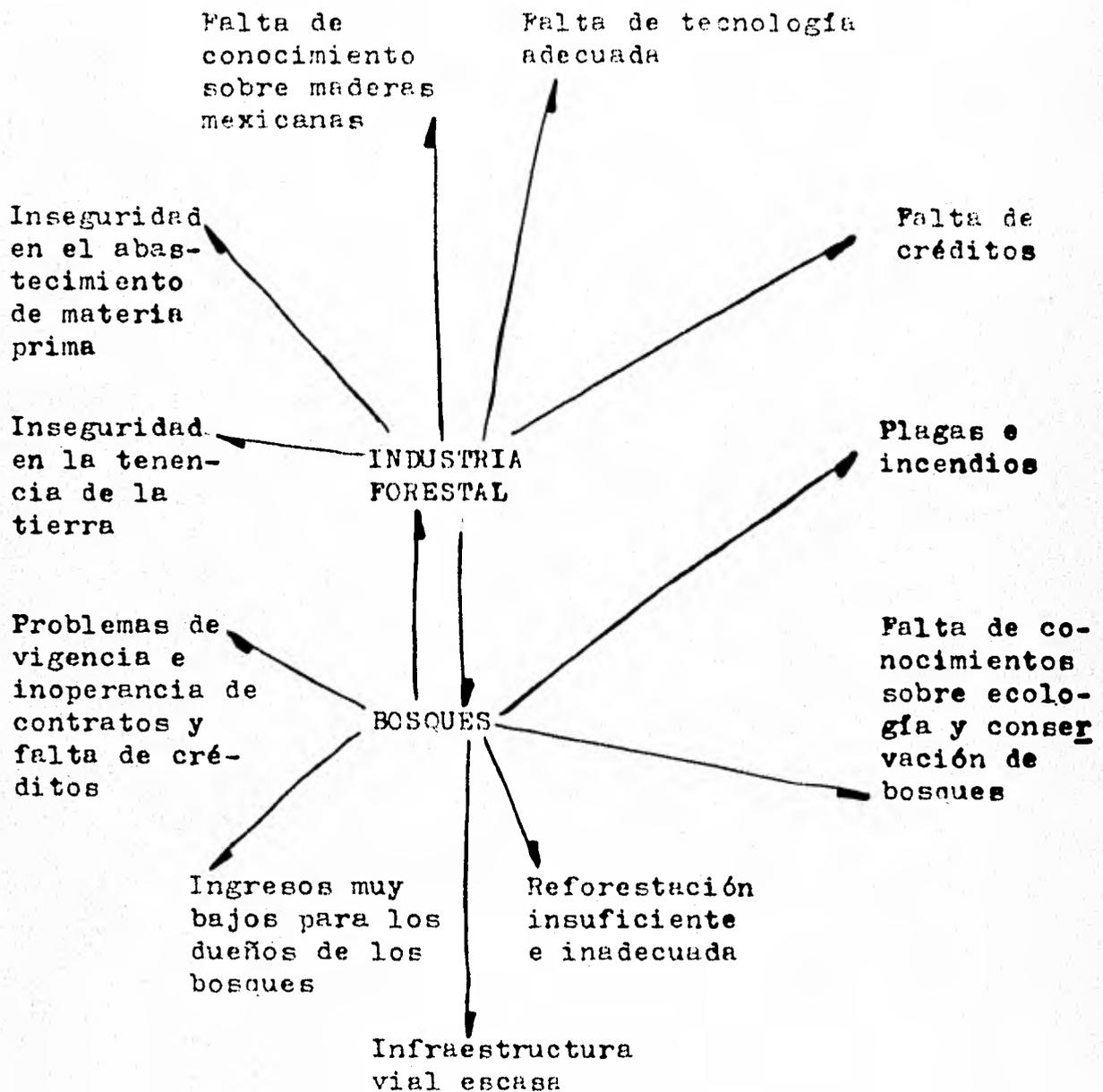


Fig. 1. Algunos de los factores que determinan la situación actual de los bosques y de la industria forestal en México.

ques del país. El conocer las maderas que se pueden obtener de los bosques caducifolios y tropicales, saber cuáles son sus características y desarrollar formas de trabajarlas, --- abriría la posibilidad de diversificar la industria forestal y de ampliar el mercado, tanto nacional como internacional.

Los empresarios pierden interés en invertir en --- aprovechamientos forestales al encontrarse con un panorama de poco mercado, dificultad para obtener créditos y problemas de abastecimiento de materia prima. Son mínimos los alicientes que se les presentan para ampliar, diversificar y mejorar la industria forestal.

El incremento demográfico, junto con la necesidad de la autosuficiencia alimentaria, hacen necesario el incremento de la producción agrícola y ganadera. Como solución rápida y sencilla, pero no siempre adecuada, a esta presión demográfica, se desmonta y se establecen nuevos campos de -- cultivo. Muchas veces esto no tiene éxito pues se desmontan terrenos poco aptos para la agricultura o ganadería por lo -- que se obtienen cosechas pobres y, al cabo de cierto tiempo, se tiene un terreno estéril, con un índice de erosión muy -- alto, donde antes se tenía un bosque. Talar bosques crea -- problemas de erosión, disminuye la retención de agua y afecta, por lo menos, el microclima; pocas veces produce un claro incremento en la producción nacional de alimentos, ni en el nivel económico de los habitantes del país. En los mu---chos casos en los cuales las características edafológicas y ecológicas de la zona hacen que sea injustificable y contra--productente el desmonte con fines agrícolas o ganaderas, el -- implantar sistemas mediante los cuales los dueños de los bos--ques practiquen un aprovechamiento racional de su recurso, -- implicaría, además de la conservación de la biosfera, la elevación del nivel económico de la región.

La tala de los bosques, que, en general, no distin--gue tipos de bosque, valor o utilidad de las maderas, ni capacidad del suelo para sostener cultivos o rebaños, no ha sido compensada por suficiente reforestación. Aunque sí hay -- reforestación, se cubren pocas hectáreas, a baja velocidad y con una mínima diversidad de especies. Al reforestar no se toma en cuenta la vegetación original ni el posible aprove--chamiento de los futuros bosques artificiales. El relativamente bajo presupuesto con que cuenta la Subsecretaría Fores

tal y de la Fauna, hace imposible que se tenga la suficiente vigilancia en los terrenos reforestados por lo que se pierden numerosas plántulas.

Otro factor que perjudica a los bosques es el insuficiente presupuesto y personal disponibles para ejercer un control efectivo de plagas e incendios. Este problema sería resuelto en gran parte si el gobierno dejara de ser el único responsable de proteger a los bosques de estos daños; la intervención de los dueños y concesionarios de los bosques en el control y prevención de plagas e incendios sería muy beneficiosa, pues aumentaría la cantidad de fondos y personal para esta tarea.

Lo bajo de los ingresos que la mayoría de los propietarios de los bosques puede obtener de su recurso y la natural impaciencia que provoca el que las explotaciones forestales tardan mucho tiempo en rendir frutos hacen que los ejidos y las comunidades prefieran convertir todas sus tierras en campos agrícolas y ganaderos, que para ellos representan ingresos más rápidos y seguros. La solución de este problema implicará, entre muchas otras cosas, un difícil proceso de educación y convencimiento; además, dependerá de que se garantice un mercado bueno y seguro para la madera.

Los problemas relacionados con los bosques y su aprovechamiento son de fondo, complicados y las posibles soluciones son difíciles, generalmente a largo plazo e, inevitablemente, conducirán a controversias. Esto no debe conducir a la decepción y a la inactividad sino debe ser motivo para realizar un mayor esfuerzo, que debe partir de una comprensión de la realidad y debe constar de programas de estudio o acción organizados y definidos dentro de un plan general.

La forma de lograr la conservación de los bosques es encontrar formas de aprovecharlos racionalmente. Si no se ve a los bosques como una fuente de beneficios duraderos, se les seguirá destruyendo para ampliar campos agrícolas y ganaderos o para obtener gran cantidad de madera en un tiempo mínimo mediante talas totales o prácticamente totales. La destrucción de los bosques implica un proceso de desertificación que se va haciendo cada vez más grave y más difícil de contener. La situación actual de los bosques de Mé-

xico tiene graves repercusiones sociales, económicas y ecológicas que afectan directa o indirectamente a todos los sectores de la población. Así, la solución a los problemas relativos al recurso forestal es urgente y debe invertirse gran cantidad de tiempo, recursos humanos y económicos para resolverlos.

Las industrias forestales deben ser las responsables de aprovechar y por tanto conservar, los recursos forestales de México. Estas industrias, por lo menos en su gran mayoría, tienen que ser no empresas privadas sino gubernamentales, comunales y ejidales. Dada la realidad socio-económica del país, es necesario que sean los dueños de los bosques quienes obtengan los beneficios de su recurso. Se debe fomentar el aprovechamiento de los bosques por los ejidatarios o pequeños propietarios a través de pequeñas y medianas industrias administradas por ellos mismos. Para lograr el establecimiento de estas industrias se requiere proporcionar créditos y capacitar a los dueños de los bosques en la extracción de la madera y su industrialización.

Afortunadamente, en los últimos años, se ha notado un considerable incremento en la preocupación por los problemas relacionados con el recurso forestal y se está tendiendo a buscar que los beneficios sean para los habitantes de los bosques y no para particulares. Han aumentado los esfuerzos por reforestar, los estudios de ecología y manejo de bosques y los esfuerzos por implantar sistemas racionales de manejo de bosques, tanto templados como tropicales. También el sector industrial ha mostrado un creciente interés en mejorar los sistemas de aserrio, de clasificación y calificación de maderas y en fomentar el uso de la madera en la construcción.

## II.- UTILIZACION DE LA MADERA

### Usos: presente y pasado

Los bosques proporcionaron al hombre, desde los inicios de la humanidad, combustible, herramientas, protección y alimentos. La madera fué uno de los primeros recursos naturales renovables del que dispuso el hombre. Estos recursos han permitido al hombre satisfacer necesidades materiales y espirituales. De los bosques el hombre ha obtenido protección, alimento, medicinas, papel, dioses y leyendas; los bosques le han ayudado a conservar suelos, agua y aire puro. Problemas socio-económicos, ignorancia y actitudes inconscientes e irresponsables han provocado el deterioro de los bosques; es necesario terminar con este proceso y conservar el recurso forestal.

La visión general de la historia del uso de la madera, que se presenta a continuación, muestra la importancia que han tenido los bosques y prueba, una vez más, lo indispensable que es conservarlos, ya que de lo contrario se perderán innumerables beneficios y se provocará una catástrofe ecológica irreversible.

1.- Construcción.- Las tribus nómadas empleaban ramas y troncos caídos para elaborar refugios, haciendo de la madera el primer material de construcción. Las escasas exigencias de un refugio temporal quedaban satisfechas por un simple armazón de ramas cubierto de hojas, hierbas o la corteza de algún árbol. En algunos casos, el antiguo concepto y diseño de lugar de protección y abrigo satisfacen tan eficazmente las exigencias del medio que los modelos han perdurado hasta nuestros días.

Cuando el hombre se volvió sedentario y domesticó algunos animales, además de tener que diseñar refugios permanentes, tuvo que empezar a construir cercas, graneros y corrales. Al formarse las primeras aldeas, se complica la vida social, surge la necesidad de diseñar casas de uso común y edificios religiosos; algunos de estos constituyen ejemplos muy notables de ingeniería en madera.

Las casas de troncos son uno de los ejemplos más conocidos y más antiguos de las habitaciones de madera. --

Existen testimonios arqueológicos de que en el período neolítico ya se empleaban construcciones de troncos. Otro ejemplo muy conocido son los palafitos y aldeas lacustres que habitaron algunas civilizaciones antiguas; aún en nuestros días algunos pueblos utilizan este tipo de sistema constructivo.

La construcción con troncos presentaba una serie de problemas, entre los cuales estaba la dificultad de lograr que los troncos horizontales realmente protegieran de las inclemencias del tiempo y de evitar que muchas partes de la construcción, especialmente las esquinas, estuviesen expuestas al biodeterioro. Una de las principales causas de este problema era el poco desarrollo de las herramientas: se trabajaba con hachas de diferentes tipos y posteriormente con sierras muy simples. Con el desarrollo de las técnicas de aserrado y con el establecimiento, a principios del Siglo XIX, de aserraderos que usaban agua como fuente de energía, se hizo más fácil la obtención de tablas gruesas. Entonces se logró que las uniones entre los troncos sí protegieran del clima. Las piezas rectangulares, trabadas entre sí, sustituyeron a los antiguos troncos que únicamente podían unirse en las esquinas.

La evolución de la arquitectura e ingeniería en madera, a partir de una etapa rudimentaria y pasando por una fase de construcciones populares bastante sencillas, alcanzó niveles altísimos, con grandes realizaciones, en cuanto se desarrolló una tecnología suficiente. En los países industrializados la madera ha sido sustituida, en parte, por materiales como metales, plásticos, vidrio y tabiques de diferentes tipos; sin embargo su uso en la construcción es muy común y diversificado. En este siglo se ha desarrollado una serie de productos, como, por ejemplo, los adhesivos, acabados, preservadores y materiales aislantes, que han tenido gran influencia sobre la arquitectura e ingeniería en madera. Estos productos, junto con el desarrollo del triplay y de los tableros de aglomerados y el gran avance en las técnicas de aserrío y trabajado, han permitido una tremenda diversificación en los sistemas de construcción con madera, no sólo en cuanto a la forma de las estructuras, sino también en cuanto a su extensión.

Quando se emplea madera en una construcción, generalmente se desea que luzca su belleza natural. Hasta hace poco tiempo la madera expuesta al medio ambiente requería un costoso y frecuente mantenimiento, ya que es un material susceptible al biodeterioro y sufre cambios dimensionales cuando hay cambios en la humedad atmosférica. La única protección realmente eficaz que antes se podía dar a la madera consistía en cubrirla con pinturas de aceite que ocultaban por completo su agradable apariencia, perdiéndose el fin estético. Actualmente, las técnicas de impregnación a presión permiten que la madera conserve su apariencia natural, protegiéndola durante mucho tiempo de las inclemencias del clima y del ataque de hongos e insectos. Es importante hacer del conocimiento público que el problema del biodeterioro de la madera se ha vuelto mínimo con las técnicas actuales de preservación; además, es importante informar que hay maderas naturalmente resistentes a este tipo de daños.

Una de las objeciones más comunes a realizar o utilizar construcciones en madera es que se las considera demasiado propensas a incendios; este inconveniente no es tan grave como parece a primera vista pues un diseño adecuado minimiza el riesgo de incendios y de colapso por los mismos. Para los casos en que el tipo de edificio justifique costos elevados, además de utilizar un diseño cuidadoso, se puede disminuir, todavía más, el riesgo de incendio impregnando la madera con agentes retardantes de la ignición. En caso de incendio, las estructuras de madera presentan la ventaja de no colapsarse, ya que aunque se carbonizan la parte externa de los elementos de sostén, la parte interna conserva intactas sus propiedades de resistencia.

Las numerosas clases de madera que pueden ser empleadas en las construcciones reúnen, junto a una gran variedad de colores y tonalidades, una textura que ningún material crado por el hombre puede igualar.

2.- Transporte.- Junto con la construcción, uno de los usos más importantes que se ha dado a la madera a lo largo de la historia de la civilización está relacionada con el transporte. Desde tiempos inmemoriales el hombre ha tenido que idear formas de transportarse y de transportar sus pertenencias, en muchas ocasiones, a través de largas --

distancias. El primer material que empleó el hombre para satisfacer esta necesidad fue la madera.

Probablemente, el primer medio de transporte fueron las embarcaciones. El común denominador de la mayoría de los muy variados tipos de embarcaciones construidas por el hombre es el árbol. La madera es resistente, en la mayoría de los casos flota y es fácil de labrar con instrumentos sencillos, lo cual la hace un muy buen material para construir embarcaciones. Aunque se han alcanzado increíbles grados de especialización y sofisticación en el diseño de embarcaciones, aún se siguen conservando los tipos más antiguos y sencillos.

Las primeras embarcaciones deben haber sido algún tipo de balsa, originándose éstas el día en que algún hombre primitivo cruzo un río sobre un tronco flotante. El siguiente paso, que no debe haber tardado mucho en darse, probablemente fue unir varios troncos para formar una plataforma flotante. Posteriormente, sobre las balsas se erigieron sencillos refugios para proteger a la tripulación y sus pertenencias del sol excesivo o de la lluvia.

Las canoas son otro tipo de embarcación muy sencillo; básicamente están constituidas por un tronco ahuecado. El desarrollo y auge de las canoas y de las balsas posibilitó el comercio entre grupos relativamente lejanos y, a su vez, este comercio impulso el desarrollo de la navegación.

A medida que se mejoraban las herramientas y las técnicas de trabajar madera, fue desarrollandose la ingeniería naval. Se construyeron barcos cada vez mayores, más veloces y más sofisticados; además se diversifico su diseño, fabricándose barcos de pesca, de transporte y de guerra. El comercio y la guerra siempre han impulsado el desarrollo de las embarcaciones así como de otros medios de transporte.

La construcción de barcos de madera no ha desaparecido, ni mucho menos, pero sí ha declinado en los últimos años, no tanto porque haya sido superada, sino por que el alto costo de la construcción no puede competir con ---

otros materiales. Cuando lo principal es que la embarcación sea resistente y duradera, entonces se sigue utilizando madera, como en las lanchas pesqueras y salvavidas.

Los nuevos métodos que han surgido para el tratamiento de la madera han colaborado para que esta mantenga el paso con los materiales competitivos, como la fibra de vidrio. Los preservadores, los adhesivos y las pinturas modernas hacen de los tableros contrachapados elementos fuertes, duraderos y versátiles que pueden moldearse y adoptar casi cualquier forma, superando muchos problemas que antes existían en la construcción de barcos de madera.

Se puede decir que los medios de transporte terrestre se originaron con el invento de la rueda, aproximadamente 5 000 A.C. Con el invento de la rueda era muy probable la aparición de carretas o carros, su evolución hacia carruajes más o menos sofisticados y, finalmente, junto con el invento de la combustión interna, el automóvil. En América, los vehículos con ruedas no se conocieron hasta que llegaron los colonizadores y conquistadores europeos.

La introducción del hierro y el acero en la industria del transporte, durante el siglo XIX, produjo un rápido descenso en la utilización de la madera en este campo. No obstante, las maderas de fresno, roble y caoba siguieron siendo utilizadas durante muchos años en las carrocerías. En el período comprendido entre las dos Guerras Mundiales, la madera era más utilizada que el acero en los vehículos comerciales. Actualmente, la madera se emplea solamente en detalles de lujo en algunos modelos de automóvil y en la parte de la carrocería destinada a almacenar la mercancía en algunos modelos de camiones de carga.

La madera también ha jugado un papel muy importante en la historia de la aeronautica. Fue el material estructural básico de los primeros aeroplanos. Tiene la ventaja de ser relativamente económica, manejable, de baja densidad, muy rígida y fácil de reparar. A partir de la década de 1920, la madera fue poco empleada en la aviación militar pero se siguió usando en la construcción de aviones civiles. En la actualidad son aún muchas las avionetas y planeadores de madera, apreciados por su bajo costo, su buen acabado y versatilidad, cualidades que difícilmen-

te pueden reunir las estructuras metálicas fabricadas en serie.

Un uso de la madera en el transporte, menos importante y poco difundido, pero interesante y muy antiguo, es el de la elaboración de trineos. Los trineos han llegado hasta nuestros días y son el medio de transporte más común en las regiones polares, en donde son muy importantes para la supervivencia. Hechos de madera y cuero, raras veces de hueso, y jalados por perros o renos, constituyen un sistema de transporte ideal para hielo y nieve.

Los puentes de madera han jugado y juegan un papel importantísimo en la historia del hombre desde el día que un hombre cruzó un río caminando sobre el tronco de un árbol caído. Los puentes han sido uno de los principales factores que han permitido al hombre viajar, explorar nuevos territorios y mantener abiertas las vías de comunicación. Para la construcción de puentes se han utilizado casi todas las clases de madera, desde el pino hasta duras maderas tropicales. La madera se ha empleado sola o con otros materiales como fibras, piedra, acero y concreto. Los puentes de madera, más o menos complicados, fijos o colgantes, se han empleado a lo largo de toda la historia y aún no está en descenso su uso, aunque han sido desplazados por puentes de otros materiales como acero, hierro y hormigón.

La madera siempre ha estado ligada al desarrollo del ferrocarril. El origen del ferrocarril se encuentra en las minas de metales de la Europa medieval, en las que se utilizaban pequeñas vagonetas de madera para transportar los metales a lo largo de las galerías. Para llevar los metales de la mina a los molinos o a los puertos se empleaban vagones, también de madera, generalmente tirados por caballos.

Durante muchísimo tiempo, los rieles sobre los que se deslizaban las vagonetas fueron de madera. Por muy resistente al desgaste que fuera la clase de madera empleada, los rieles no duraban más que dos o tres semanas. A veces se usaban rieles de madera de coníferas, sobre los cuales se colocaban tiras de angiosperma que se reemplazaban periódicamente.

Los ferrocarriles modernos se desarrollaron en Gran Bretaña en el siglo XVIII para transporte desde las minas de carbón hasta los puertos o canales navegables. Los rieles y los vagones eran de madera; en los modelos más antiguos, las ruedas también se hacían de madera.

En Europa, entre los años 1790 y 1820, los rieles de acero reemplazaron a los de madera, pero en América no fue sino hasta la década de los 1820 cuando se empezaron a utilizar rieles de acero. En algunos aserraderos de América y Austria aún se emplean rieles de madera.

Los durmientes de las vías siempre han sido de madera y, aunque se han probado otros materiales como el hierro y el acero, no se ha encontrado nada que iguale la calidad de los durmientes de madera: los durmientes de las vías de tren y también del metro, siguen siendo de madera, generalmente de angiospermas.

3.- Energía.- Uno de los usos más importantes a que se ha destinado, y se destina, la madera es la obtención de energía. La madera ha sido, y es, uno de los principales combustibles de uso doméstico y comercial. Durante mucho tiempo, y aún en muchos casos, fué el único combustible del que disponía la humanidad.

Es fácil pensar en la leña como fuente de calor y combustible para cocinar, únicamente como un lujo para ser disfrutado en chimeneas y días de campo. Sin embargo, más de una tercera parte de la población mundial depende de la leña para cocinar y obtener calor, volviéndose la madera un elemento indispensable para su supervivencia. El 36% de la madera consumida anualmente en los países en desarrollo se emplea como combustible y, de ese total, aproximadamente la mitad se usa para cocinar. En algunos países, la situación es verdaderamente crítica, pues la leña es cada vez más escasa y cara lo cual conduce a graves y angustiosos problemas sociales y ecológicos. En el campo ecológico se traduce en erosión por talas excesivas de arbustos y árboles y disminución de la productividad del suelo pues la escasez de leña hace que se utilice estiércol animal como combustible, privando a los suelos del reciclaje de importantes elementos orgánicos. (National Academy of Sciences; -- 1980)

Una forma de atacar este problema es seleccionar especies apropiadas para cultivarlas en países en desarrollo para utilizar como combustible. Pueden cultivarse especies apropiadas para suministrar combustible para uso doméstico y también para satisfacer las necesidades de pequeñas industrias, generadores de energía, secadores de cosechas de madera. En algunos países, en donde la situación no es demasiado crítica, no es necesario establecer plantaciones de especies nuevas sino que se pueden aprovechar especies autóctonas desconocidas que se determinen adecuadas. Tal es el caso de México, en donde un problema es que frecuentemente se usa para leña, madera con valor comercial, como por ejemplo el pino, mientras no se explotan varias especies que, aunque tienen poco valor maderable, son buenas para combustible o para elaborar carbón, como por ejemplo, el aile.

Al escoger especies para plantaciones con estos fines es conveniente escoger árboles (o a veces arbustos) que tengan otros usos, que crezcan fácilmente, que requieran de pocos cuidados y que no sirvan de alimento a cabras o animales salvajes. Es también conveniente que las especies reúnan algunas de las siguientes características: que sean fijadoras de nitrógeno, que sean de crecimiento rápido, que su madera tenga un alto valor calorífico y que arda sin chispas y sin despedir humos tóxicos.

En México, un problema muy extendido es la erosión de zonas que fueron taladas para cultivo y que ahora se encuentran expuestas a la erosión eólica y que ya han perdido gran parte de su productividad. Si no se toman pronto medidas adecuadas, estas zonas serán desiertos. Una solución es el establecimiento de cortinas rompevientos; estas cortinas tienen dos ventajas pues además de frenar la erosión, pueden ser fuente de leña y así contribuir a disminuir la escasez de combustible.

Gracias a que los bosques, cuando se les maneja adecuadamente, son un recurso natural renovable, es posible combatir esta escasez de combustible. La respuesta lógica al problema, y que además tiene ventajas ecológicas, es sembrar plantaciones de árboles en cualquier terreno disponible como granjas, al lado de carreteras y en terrenos en desuso. Aunque la idea es aparentemente muy sencilla, se ha visto que su implementación tiene graves proble

mas debidos, generalmente, a causas de orden político, ya que la reforestación efectiva necesita de un fuerte apoyo administrativo y popular durante varios años. Afortunadamente, cada vez se estudian más las especies apropiadas para este tipo de plantaciones y los proyectos tienen cada vez más apoyo.

4.- Industria.- No sólo como fuente de energía ha participado la madera en la industria; de la madera, o directamente del tronco del árbol, se extraen numerosas sustancias que posteriormente se emplean en procesos industriales.

Tradicionalmente, y aún en muchas partes del mundo, los árboles se sangraban para obtener una serie de sustancias. El sangrado se practica haciendo una hendidura oblicua o en forma de "V" en el tronco y el producto se recoge en recipientes colocados en la parte inferior de esa hendidura. De esta forma se obtienen numerosas resinas, el látex del caucho y la goma arábiga exudada de acacias y que es utilizada en comestibles, medicinas, cosméticos, adhesivos, pinturas, colorantes y en la industria textil.

También puede extraerse trementina, alcanfor, -- pez, taninos, lignosulfatos, alcohol, fermentos especiales y muchos otros compuestos que son materia prima de numerosos procesos industriales.

En la mayoría de los casos, la obtención de estas sustancias ha sido sustituida por su elaboración artificial en laboratorios.

El derivado de la madera con el que más familiarizado estamos y que todo el mundo usa en mayor o menor cantidad, y de una forma u otra, es el papel.

La pulpa se puede extraer mediante un proceso mecánico o uno químico. La que se obtiene mecánicamente está formada por fibras rígidas, cortas y rotas y con muchos residuos. Aunque su costo de producción es bajo tiene la desventaja de que da lugar a un papel muy débil y generalmente es necesario mezclarla con pulpa obtenida químicamente. El tratamiento químico conserva las fibras intactas, disolviendo la lignina que las mantiene unidas. Debi

do a que las fibras de las angiospermas son más cortas que las de las gimnospermas, el papel que se obtiene de ellas no es tan resistente pero tiene una estructura más compacta y una superficie más lisa.

En la actualidad hay gran demanda de papel de to dos los tipos en el mercado mundial y las estadísticas --- muestran que esta demanda crecerá aún más. Esta situación hace que existe un gran campo abierto a los interesados en desarrollar técnicas de reciclaje de papel, que implican - menos gasto de madera, y en el establecimiento de plantaciones de especies de crecimiento rápido cuya madera sea apta para la producción de papel. Hay mucho que hacer en la industria de celulosa y papel.

5.- Herramientas y utensilios.- Las primeras herramientas del hombre eran de madera, de piedra y de combinaciones de ambos materiales. Cuando aparecieron los metales también se combinó este nuevo elemento, en la fabricación de herramientas. Actualmente, la madera aún aparece en las herramientas, generalmente constituyendo mangos.

Cuando el hombre descubrió la agricultura, buscó sus primeros instrumentos de labranza en los árboles, aprovechando, en un principio, ramas con formas adecuadas. -- Posteriormente las modificaría, buscando una mayor eficacia y alcanzando una cierta diversidad. También en los -- instrumentos de labranza se combinaron los metales y la madera. En las áreas rurales de países en desarrollo, aún se emplean instrumentos de labranza de madera, muchos de los cuales probablemente son modelos muy antiguos.

Los primeros utensilios domésticos del hombre -- fueron de madera y algunos de piedra y hueso. Aunque en un principio se diseñaban con un fin meramente utilitario, pronto se despertó el espíritu artístico del hombre y empezó a decorar sus utensilios, surgiendo variaciones que son verdaderas obras de arte.

Palos, piedras y tierra participaron en los primeros juegos de la humanidad. Los primeros juguetes se hicieron de madera y aún se conservan muestras de carritos, animales y muñecos. Actualmente aún se utiliza la madera en la fabricación de juguetes y juegos como trompos, casas

de muñecas, caballitos, rompecabezas y juegos de ajedrez. Los plásticos han desplazado en gran grado a la madera en la juguetería pero, en los últimos años, se ha incrementado su uso en los llamados juguetes educativos.

6.- Magia y arte.- Hasta ahora se ha hablado del uso de la madera en la ingeniería, en el transporte, como fuente de energía y en la industria, pero no se ha mencionado un aspecto muy interesante, que es el de la relación de la madera con la vida espiritual y cultural del hombre y el uso artesanal de la misma.

El folcklore de todo el mundo nos relata los atributos mágicos que se han dado a numerosos árboles y maderas. A través de la extensa historia de las religiones la madera y los árboles aparecen constantemente como objetos sagrados. En algunos casos, a ciertos trozos de madera se les atribuyen poderes mágicos, en otras ocasiones se escogen ciertas maderas con determinadas características para elaborar objetos para rituales mágicos como ídolos o vasijas. En casi todas las partes del mundo existen bosques y árboles sagrados mágicos. De estas tradiciones aún se conserva el uso medicinal de muchas maderas y cortezas.

Lo accesible que es la madera, su fácil trabajado y su bello y cálido acabado han sido factores determinantes para que siempre haya sido uno de los principales materiales escogidos para la escultura. Los escultores encuentran numerosas cualidades en la madera: la riqueza y variedad de su hilo y colorido, su veteado, su variedad de matices y texturas que pueden ser analizados y explotados. La madera es un material que permite infinidad de variaciones y expresiones artísticas. En todas las etapas de la historia y en todas las partes del mundo es posible encontrar pequeñas y grandes muestras de escultura en forma de tallas de animales, personas, grupos familiares, personajes mitológicos y divinidades.

Los bosques y sus maderas, como todos los recursos renovables de que dispone el hombre, son indispensables para la supervivencia de la humanidad. No porque se les llame renovables debemos utilizarlos sin tomar en cuenta su cuidado, renovación y conservación. La civilización depende, entre otras cosas, de la madera y de pro-

ductos que obtiene de ella; seguira dependiendo de los bosques durante el futuro que la imaginacion puede concebir y es importante que se recuerde esto antes de desmontar irracionalmente.

La urgencia de conservar estos recursos se percibe aún más claramente si recordamos que el hombre depende de los bosques no sólo porque la madera le es indispensable sino porque de la permanencia de los bosques en la Tierra depende, entre otras cosas, la permanencia del hombre.

### III.- USOS FINALES: CAMINO HACIA UN APROVECHAMIENTO RACIONAL DEL RECURSO FORESTAL

Cada especie maderable tiene características y propiedades particulares que la hacen apropiada para un uso, o una serie de usos, determinados. Al escoger una madera para un fin cualquiera, es indispensable tomar en cuenta sus propiedades pues, de lo contrario, puede ocurrir que la madera escogida no sea el material adecuado para ese uso y entonces se obtendrán productos deficientes, lo cual implica, en última instancia, un desperdicio de madera.

Si se tiene una idea clara del uso final al que se va a destinar la madera y se conocen tanto las características de la especie, como los requisitos que el material debe satisfacer según el uso final contemplado, se tiene una cierta garantía de que se va a obtener un producto de buena calidad, pues el material escogido para elaborarlo es el adecuado. Sin embargo, lo común es que se escoja cualquier madera, tomando en cuenta únicamente su costo y disponibilidad y sin considerar sus propiedades ni los requerimientos del uso final. La selección de la especie se realiza con base en la experiencia de artesanos y fabricantes y en la situación del mercado de maderas. En México, la experiencia de siglos, aunada a numerosos prejuicios, el poco conocimiento que se tiene de las especies mexicanas y la falta de tecnología apropiada, han determinado que cuando se decide usar madera, esta se elige de una serie muy limitada de especies, entre las cuales destacan el pino, el encino, el cedro y la caoba.

La desaparición de grandes extensiones de bosque y el aumento en la demanda de madera, ambas situaciones debidas, en gran parte, a la explosión demográfica, han provocado una escasez, a nivel mundial, de madera. Este problema ha motivado a las personas relacionadas con la utilización de madera, a buscar sustitutos para las maderas tradicionalmente empleadas. En Estados Unidos e Inglaterra se ha trabajado mucho en este área; se pretende estudiar las características de especies maderables disponibles en diferentes países y analizar los requerimientos de los usos que más madera consumen. Hay dos formas de atacar este problema: en el primer caso se busca una especie que tenga

las mismas características que la madera que se debe sustituir, buscando un máximo de semejanza y sin considerar el uso final; en el segundo caso se estudian los requerimientos del uso y después se buscan especies con características que los satisfagan.

El seleccionar sustitutos exclusivamente por similitud tiene la ventaja de ser un método rápido y sencillo, para el que únicamente se necesitan conocer las características del mayor número posible de maderas disponibles en el mercado mundial. Sin embargo tiene dos graves inconvenientes. En primer lugar, el hecho que se comparen especies entre sí, sin tomar en cuenta el uso al que se van a destinar, no garantiza que la madera que se seleccione sea un buen material para el uso que se le va a dar; en este método se asume que la madera tradicionalmente utilizada es el material óptimo para ese fin, lo cual no siempre es cierto.

El segundo inconveniente es que esta forma de seleccionar sustitutos limita mucho las posibilidades, pues elimina numerosas maderas que, aunque no se parecen mucho a la madera original, comparten con ellas las propiedades relevantes para el uso final. Supóngase, por ejemplo, que para comparar dos especies A y B se emplea el Índice de Similitud de Simpson, que es igual al cociente entre el total de características que son iguales en ambas especies, y el total de características estudiadas, tanto semejantes como diferentes. Este Índice, S, es igual a:

$$S = \frac{s}{s + d}$$

donde S = Índice de Similitud de Simpson,  
 s = número de características semejantes y  
 d = número de características diferentes.

Si se consideran treinta características y las dos especies comparten veinticinco de ellas, el Índice de Similitud de Simpson sería 0.83 por lo cual se podría concluir que una es buen sustituto de la otra. Esta conclusión sería errónea si las características en las que difieren ambas especies coinciden con los requerimientos de su uso final. En ese caso las maderas serían parecidas pero no servirían para el mismo fin.

no servirían para el mismo fin.

Puede darse el caso contrario, en el cual las especies estudiadas sólo compartan cinco de sus características por lo que se concluiría que una no es buen sustituto de la otra. Si las cinco características coinciden con los requerimientos del uso final, la conclusión sería errónea y se estaría desechando un buen sustituto.

Este grave inconveniente del sistema de buscar sustitutos por semejanzas, ha hecho que los expertos prefieran utilizar el segundo método cuando desean buscar posibles sustitutos para alguna madera. Aunque esta segunda forma de hacer estudios de uso final implica estudios más delicados y largos, soluciona los inconvenientes del primero método. En este caso se pretende determinar qué características debe tener un material para un uso final determinado y entonces se buscan maderas que tengan esas características. La parte más compleja es decidir que propiedades se requieren en la madera para cada uso y también niveles de aceptabilidad para cada una de las propiedades.

Para poder establecer los requerimientos de los usos es necesario primero definir claramente el uso final. Si se define un uso final demasiado amplio no es posible establecer sus requerimientos. Este error se comete frecuentemente, por ejemplo, cuando se dice que cierta madera es buena para la construcción. Si se desea seleccionar una madera para construcción, no se pueden establecer los requisitos con los que debe cumplir la madera pues en una construcción cada tipo de elemento cumple ciertas funciones y el material que se emplea para elaborar cada elemento debe tener características particulares. Cuando se define un uso final en un sentido demasiado amplio generalmente se llega a una única especie que pueda satisfacer toda la gama de requisitos; esto lleva a una explotación excesiva de esa especie y a que se pierda la posibilidad de optimizar los resultados al usar, para cada aspecto del uso, la mejor madera.

En ocasiones se cae en el error contrario: se definen usos finales tan restringidos que se tienen varios usos con los mismos requerimientos; esto se traduce en una inútil multiplicación del trabajo. Un ejemplo de

esta situación es la mención, en algunas publicaciones, de que una madera sirve para mesas, muebles infantiles y cabezas en lugar de afirmar, simplemente, que la madera sirve para la elaboración de muebles; en este caso sería más conveniente establecer para qué calidad de muebles es buena.

Para decidir cuales son los requerimientos de cada uso, es necesario consultar con diseñadores, arquitectos o ingenieros, técnicos, carpinteros con mucha experiencia y expertos en tecnología de madera. Los estudios de uso final de maderas deben ser interdisciplinarios pues implican la utilización de conocimientos pertenecientes a campos tan distintos como la biología y la ingeniería, por ejemplo.

Cuando se define un requerimiento conviene establecer un nivel preferido u óptimo y un nivel aceptable. De esta manera se tiene la posibilidad de presentar a los consumidores una mayor gama de maderas a seleccionar. Si la madera cumple con los niveles óptimos se obtendrá un objeto de excelente calidad, si la especie satisface sólo los niveles aceptables, el objeto será de mediana o baja calidad.

Una de las ventajas de seleccionar maderas considerando el uso final, y no sólo su semejanza con otra especie, es que se obtienen conjuntos de especies, que pueden ser muy diferentes entre sí, para cada uso. Al realizar estudios de uso final pueden elaborarse, a largo plazo, listas de maderas de diferentes costos, procedencias y calidades para determinados usos finales; el consumidor puede, según sus necesidades y posibilidades, escoger la especie que más le convenga.

En los estudios de usos finales se emplean principalmente las propiedades físicas y mecánicas de las especies y sus características de trabajabilidad, ya que aún no se ha determinado que relación existe entre las características anatómicas del xilema y su comportamiento físico-mecánico. Esta situación tiene el inconveniente de que el estudio de propiedades físico-mecánicas de una madera desconocida o poco conocida implica un equipo costoso y un tiempo relativamente largo, mientras que los estudios de anatomía de xilema son más sencillos. Resultaría ventajoso, en espe-

cial en el caso de países como México, en donde se desconocen las propiedades de la mayoría de las especies maderables, implementar proyectos para estudiar las características anatómicas y propiedades físico-mecánicas de las especies forestales y a la vez proyectos que busquen relacionar la anatomía con el comportamiento físico-mecánico del xilema.

Aunque en los últimos años se ha incrementado el interés por estudiar las maderas mexicanas y se está intentando unificar los criterios con los que se hacen las descripciones, se hace muy poco por estudiar las propiedades físico-mecánicas de esas especies y menos aún por estudiar sus características de trabajabilidad. Las investigaciones siguen siendo aisladas y aunque cada vez hay más datos anatómicos y, en menor grado, tecnológicos sobre maderas de México, no se tiene una meta final conjunta por lo que los resultados de las investigaciones muchas veces se limitan a ser publicaciones olvidadas.

En la actualidad solamente hay una persona en México dedicada a hacer estudios de uso final; es de esperarse que pronto se comprenda la importancia de este tipo de trabajo y que se incrementen los esfuerzos en el área.

El estudio de usos finales de coníferas, en particular de pino, traería ventajas considerables e implicaría un mejor uso de esta madera, que es la que más mercado tiene y la que en mayor volumen se extrae. Actualmente, la explotación de los bosques de pino es el aprovechamiento forestal que más impacto económico tiene. En el futuro es muy probable que el pino siga siendo la madera comercialmente más importante pero no por eso deben dejarse de lado las especies de los bosques tropicales. Precisamente el hecho de que la madera de pino sea la que más mercado tenga, actualmente, ha determinado que la madera de pino sea la más estudiada y que los bosques de pino sean los mejor conservados. Se ha comprendido que estos bosques son una buena alternativa a la agricultura.

La situación de los bosques caducifolio y tropicales es más crítica que la de los bosques templados, en gran parte debido a que aún no se les reconoce como un valioso recurso forestal. Estudios serios de uso final per-

mitirían demostrar la potencialidad de estas comunidades vegetales como fuente de madera y sus derivados, lo cual fomentaría esfuerzos por conservarlos, para así garantizar la duración de los beneficios que se pueden obtener de estos bosques.

Uno de los grandes obstáculos que existen para el aprovechamiento de los bosques tropicales es la gran diversidad de especies que en ellos vegeta. Muy pocas especies de los bosques caducifolios y tropicales tienen mercado actualmente, por lo que la tala de estas comunidades es selectiva y, como consecuencia, poco eficaz y menos redituables de lo que podría ser. Un ejemplo típico es el caso del cedro rojo; como esta madera es muy apreciada y de su venta se obtienen cuantiosas ganancias, se ha cortado y se corta tanta que se ha vuelto difícil encontrar árboles grandes y de fuste recto, por lo que se ha vuelto necesario aumentar las importaciones de cedro rojo de Guatemala.

En Estados Unidos se han realizado estudios que muestran la atractiva posibilidad de explotar los bosques tropicales como masas forestales homogéneas, sin tomar en cuenta su heterogeneidad florística (Youngs; 1977). En el Laboratorio de Productos Forestales de Madison se han hecho investigaciones que revelan que la distribución del peso específico de la madera de especies tropicales americanas corresponde a ciertas zonas ecológicas. Se escogió el peso específico para hacer ese sondeo porque esa característica correlaciona bien con propiedades importantes de la madera tales como resistencia mecánica, contracción, características de pegado, retención de tornillos y clavos y producción de papel. En las zonas de baja precipitación y humedad pre montana (1000 a 2000 mm), la distribución de las especies es relativamente uniforme en todas las clases de densidad, desde 0.30 o menos hasta más de 0.69. En zonas más húmedas (2000 a 4000 mm) una elevada proporción de las especies produce madera muy pesada y dura. Así se tiene una serie de características de zonas con respecto a su humedad y la densidad de sus maderas. Estos estudios abren la posibilidad de extraer de una zona, madera con un rango determinado de densidad, apta para una serie de usos finales particulares independientemente de la especie.

Caracterizar comunidades boscosas con este tipo de enfoque y determinar usos finales de sus especies, permi

tiría desacelerar la tasa de desaparición de los bosques y terminar con la política de corta selectiva en cuanto a las especies para velar, a largo plazo, por los intereses ecológicos y comerciales.

Este enfoque es difícil cuando se desea obtener madera sólida pues su implantación requeriría de un cambio radical de actitud por parte de productores y usuarios de productos de madera. Su aplicación es más factible en la obtención de pulpa para papel pues en este caso se requiere un cierto rango de tamaños de fibras y no una apariencia ni trabajabilidad determinadas. El papel, de todo tipo y calidad, es uno de los productos forestales con mayor mercado y su demanda, a nivel mundial, continúa en aumento. Para un país en desarrollo como México, ampliar su industria del papel a través del aprovechamiento racional de sus bosques caducifolios y tropicales, representaría un gran beneficio a su economía.

Se ha pretendido exponer el porqué es necesario, para lograr un buen aprovechamiento y conservación de los recursos forestales, saber cómo se puede y cómo se debe utilizar el mayor número de especies maderables posible. También se ha explicado brevemente cuáles son los dos métodos que se pueden seguir para obtener estos conocimientos. En este trabajo se ejemplifica, con las especies maderables de la región que se escogió como zona de estudio, la forma en que se pueden hacer estudios de uso final, y se comparan los resultados obtenidos con ambos métodos.

## OBJETIVOS

En la Introducción se abarcaron distintos aspectos de los recursos maderables del país, examinando su situación actual. Al presentar este panorama y al señalar, a través de la descripción de sus diversos usos, la importancia de la madera para la humanidad, se ha fijado un marco de referencia para este trabajo sobre el uso de la madera en una minúscula porción del país: la Región del Cofre de Perote. Al concretizar el análisis del aprovechamiento de la madera en una pequeña zona, se hace posible obtener un panorama bastante claro de la forma en que se explota la madera en una parte de México y se vuelve más sencillo proponer soluciones a problemas observados y más viable implementar programas para resolverlos. El comprender lo que sucede en el aspecto forestal en una zona determinada facilita estudiar otras regiones forestales del país no sólo por la experiencia adquirida, sino porque muchos problemas son comunes y una vez que se entienden y se resuelven en un lugar, las conclusiones y soluciones pueden hacerse extensivas, con modificaciones mínimas, a otras partes de México; sirviendo el trabajo realizado en un lugar como guía para realizar investigaciones semejantes en otras partes comparables.

Durante la elaboración de este trabajo se persigieron cuatro objetivos fundamentales:

1.- Determinar cuáles son las especies maderables de la región e investigar cuáles son sus características anatómicas, propiedades físico-mecánicas y usos regionales y potenciales.

2.- Estudiar la forma en que se explotan estas maderas en la región, desde la corta hasta su industrialización.

3.- Analizar la relación entre las diferentes especies y sus usos.

4.- Con base en los datos obtenidos y observaciones realizadas, proponer actividades a realizar, a mediano y corto plazo, por Instituciones tales como la SARH y el INIREB.

Se considera que al estudiar estos cuatro puntos se abarcan los aspectos principales del aprovechamiento forestal de una región cualquiera, analizando este aprovechamiento únicamente desde el punto de vista de la utilización de la madera obtenida por medio del aprovechamiento. Desde otros puntos de vista hay muchas investigaciones paralelas, muy interesantes, por realizar; son muy útiles, por ejemplo, los trabajos sobre ecología y manejo de bosques.

## METODOLOGIA

La ciudad de Kalapa y sus alrededores son un interesante tema para realizar un estudio sobre aprovechamiento de madera porque constituyen una zona de considerable importancia económica para el Estado de Veracruz, y por lo tanto digna de estudio, y porque permiten ejemplificar dos casos característicos del aprovechamiento de los recursos forestales en México: el de los bosques de pino, que son los más estudiados y los más utilizados, y los bosques caducifolios, que han sido intensamente talados para crear terrenos agrícolas, sus maderas son muy poco conocidas y prácticamente no se explotan a nivel comercial. El tratar con casos típicos en la situación de los bosques del país, abre la posibilidad de aplicar, con las modificaciones necesarias debido al cambio de localidad, la metodología empleada en este trabajo a estudios equivalentes en otras partes de la República; en algunas ocasiones será posible hacer extensivas algunas conclusiones y propuestas a otros lugares.

La zona de trabajo se delimitó buscando incluir en ella bosques de pino, bosques caducifolios, poblaciones con tradición maderera y la capital del estado, por ser ésta un centro muy importante de distribución de madera en Veracruz; por Kalapa pasa gran cantidad de madera, no sólo la producida en el estado sino también la que proviene de otros estados, como Durango, Michoacán y Chiapas. La región es lo suficientemente pequeña para que las distintas poblaciones sean accesibles y para que sea posible visitar diferentes focos de aprovechamiento de la madera; sin embargo cubre una extensión suficiente para obtener un panorama amplio del aprovechamiento de bosque de pino y caducifolio en el estado, que puede resultar más interesante que el análisis de una situación local.

Una vez delimitada la zona de trabajo (que se describe en el siguiente capítulo), se procedió a elaborar una lista de especies arbóreas localizadas en la zona. Esta lista se elaboró a través del Herbario KAL del Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos, con sede en Kalapa.

Entonces se procedió a una revisión bibliográfica que permitió seleccionar de esta lista las especies potencialmente maderables y cuyo objeto fundamental fue obtener las descripciones anatómicas de las especies de la región cuyo xilema ha sido estudiado, datos sobre sus propiedades físicas y mecánicas e información sobre sus usos.

El obtener las descripciones de las maderas de publicaciones de diversos autores e instituciones possibilitó vi

sualizar las tendencias actuales y los adelantos en los estudios de características y propiedades de las maderas del país.

Esta forma de obtener la información tiene el inconveniente de que hay bastante discrepancia de criterios para realizar los estudios entre los diferentes autores, lo que dificulta el análisis de resultados y de que algunas especies de la zona no han sido estudiadas por lo que quedan eliminadas de algunas consideraciones. Sin embargo, el haber realizado todas las descripciones anatómicas y los estudios físico - mecánicos habría sido un trabajo fuera de los objetivos de esta tesis.

A la vez que se recopilaba información, se realizaron visitas a madererías, carpinterías, centros de corta de madera y a distintas oficinas de la Subsecretaría Forestal y de la Fauna. Durante estas visitas se observó la forma en que se obtiene la madera, los distintos grados de industrialización que se da al tonco según el lugar en donde se realiza la corta, las formas más comunes de transporte de madera en la región y otros aspectos del aprovechamiento forestal en la zona de estudio. También se tuvieron pláticas con técnicos, usuarios, carpinteros y madereros sobre la obtención y utilización de la madera en la región del Cofre de Perote.

Una vez que las descripciones anatómicas y los datos sobre las propiedades de las especies eran bastante completos y la bibliografía revisada proporcionaba un mínimo de datos nuevos se pasó a elaborar cuadros en que se tabulaban las especies y sus características y las especies y sus usos. Estos cuadros fueron la base para relacionar las maderas de la zona y sus usos.

Dado que la forma en que aprovecha el bosque de pinos y la manera en que se utiliza el bosque caducifolio son totalmente diferentes y que la situación actual de cada uno, así como sus respectivas perspectivas, son distintas se decidió trabajar con las especies de cada bosque por separado, pero practicando a ambos grupos de maderas los mismos análisis.

En primer lugar se compararon las distintas maderas para establecer semejanzas y formar grupos de especies con características muy semejantes. Se pretendía determinar qué especies podían tener usos finales en común según su parecido, suponiendo que si una especie es buena para un cierto uso, las maderas muy parecidas a ella también lo son.

Para decidir si una madera era semejante a otra o no se utilizó el Índice de Similitud de Simpson que es la relación entre los caracteres diferentes y el total de caracteres (iguales y diferentes en las dos especies).

Para el segundo tipo de análisis, primero se relacionaron las especies con los usos a que se destinan en la región del Cofre de Perote. Entonces se escogieron las cinco especies que según las entrevistas y observaciones eran de uso más común y más abundantes en los bosques de la zona. Lo más frecuente en esta región es que la madera se use en construcciones y en la fabricación de muebles por lo que se decidió escoger estos aspectos del aprovechamiento de la madera para buscar la relación entre las especies de la zona y sus usos en la misma. Dentro del área de construcción se trabajó con vigas, tablas para techo y paredes y con puertas y ventanas; de entre los muebles se abarcó el problema de mesas y sillas.

Para cada uno de los usos finales escogidos se determinó los requerimientos consultando bibliografía, constructores y fabricantes. Entonces se hicieron cuadros relacionando estos requerimientos con los usos para ver si las características y propiedades de las distintas especies eran congruentes con los usos a que se destinan en la región.

Debido a lo poco que se ha trabajado con usos finales, particularmente en México, y a lo relativamente escaso de la información publicada sobre las maderas mexicanas, sobre todo sobre aspectos físico-mecánicas, los criterios utilizados son básicamente subjetivos y el estudio forzosamente limitado. Sin embargo, se llega a conclusiones válidas e interesantes.

## LA REGION DEL COFRE DE PEROTE

El Volcán Naucantepetl o Cofre de Perote, que alcanza una altitud de 4240 m.s.n.m., es el elemento que determina la geomorfología y composición florística de una parte considerable de la porción central del estado de Veracruz. Esta zona, de gran potencialidad forestal, ha sido muy explotada desde tiempos de la conquista.

La grave situación ecológica y social, en que actualmente se encuentra esta región, ha motivado la realización de varios estudios, por parte de diversas instituciones, que abarcan aspectos ecológicos, económicos y sociales y que pretenden buscar soluciones al problema. Cabe señalar los esfuerzos de la Subsecretaría Forestal y de la Fauna por mejorar los sistemas de explotación forestal y el nivel económico de los ejidatarios, los estudios principalmente teóricos de varios investigadores del Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos y un proyecto de la sección de Proyectos Especiales de la Presidencia de la Secretaría de Programación y Presupuesto. Recientemente se formó un "Subcomité especial del Cofre de Perote" del Comité de Planeación del Desarrollo en el que participarán los sectores público, privado y oficial para decidir cuál es el manejo apropiado del Cofre de Perote; en este subcomité participarán la Subsecretaría Forestal y de la Fauna y al Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos.

Esta tesis es aún otro intento por analizar la situación de la zona, pero en este caso examinando la utilización de la madera que se extrae de sus bosques. Para realizar esta investigación se definió como Región del Cofre de Perote el territorio enmarcado por las coordenadas 97 16'73" y 96 47'09" longitud oeste y 19 15'01" y 19 47'56" latitud norte (ver Mapa No.2); exceptuando de la zona estudiada la porción situada al suroeste que pertenece al Estado de Puebla.

La región abarca aproximadamente 2300 km<sup>2</sup> en los cuales existen importantes bosques de coníferas, fragmentos de bosque caducifolio, zonas de matorral xerófito y porciones cubiertas por bosques tropicales; importantes extensiones de tierra son pastizales ganaderos y grandes áreas están dedicadas a cultivos de distintos tipos. Las poblaciones más importantes de la Región del Cofre de Perote son Jalapa, capital del estado, y Perote; siguen en importancia y tamaño Coahuila, Villa Aldám, Las Vigas, Altotonpa, Xico, Teocelo de Díaz Coahuila y Tuzamapan.

La zona es atravesada por la carretera federal 160

co-Veracruz y por varias carreteras estatales como son las de Jalapa-Misantla, Jalapa-Teocelo, Jalapa-Tuzamapan y Jalapa Martínez de la Torre. Además se cuenta con una serie de carreteras de terracería y caminos de brecha que comunican gran proporción de las poblaciones de la zona entre sí.

El ferrocarril México-Veracruz es la única vía férrea de la zona. Se cuenta con un aeropuerto pequeño y poco importante en Lencero, a un costado de la carretera Jalapa-Veracruz y con un helipuerto cerca de Jalapa, en la carretera que va de esta ciudad a Perote.

En el Cofre de Perote nacen bastantes ríos, perennes o intermitentes que proporcionan una cantidad considerable de agua a la zona. No hay más que dos pequeñas lagunas: la de Jalcomulco y otra, menor, al nor-oeste de ésta.

A partir de la cima del Cofre de Perote se observa un gradiente de vegetación que va desde páramos de altura hasta selvas, manglares y vegetación costera en el litoral del Golfo de Veracruz. A altitudes mayores a los 4 000 msnm se observan únicamente páramos de altura y roca viva; entre los 3 500 y 4 000 msnm existen bosques de Pinus hartwegii y zacatonales; entre los 3 000 y 3 500 msnm existen poblaciones de Abies religiosa muy perturbadas; desde los 2 000 hasta los 3 000 msnm se encuentran bosques de pino y algunos bosques mixtos de pino y encino o aile; en este gradiente sigue el bosque caducifolio o bosque mesófilo de montaña, entre los 600 y 2 000 msnm; hacia el este de la zona, el bosque caducifolio es sustituido por bosques tropicales y hacia el oeste, matorrales xerófilos sustituyen a los bosques de pino.

Antes de la Conquista, prácticamente toda la región del Cofre de Perote estaba cubierta por bosques. Desde entonces sus habitantes aprovechaban el recurso forestal, obteniendo madera para construir sus casas y para elaborar utensilios domésticos e implementos de labranza, combustible, pieles y alimentos; también utilizaban el ixtle y el zacatón. En aquel entonces, el aprovechamiento del bosque no era excesivo debido a la poca población que de él vivía.

A partir de la Conquista, en el Siglo XVI, empieza el desmonte intenso de la región debido al reparto de tierras para agricultura y ganadería. El establecimiento y crecimiento de poblaciones importantes como Jalapa, Veracruz, Coatepec, Perote y Xico también provocó extensas talas, principalmente de bosques de pino. La construcción de barcos en Veracruz fue otra causa de la tala, en esta industria se consumió gran cantidad de madera. En el Siglo XVIII ya estaban bien establecidas y en expansión la ganadería, la agricultura y la indus-

tria forestal, y continuaban los desmontes.

Después de la Guerra de Independencia, durante el Porfiriato, se aceleró el proceso de deforestación, cuando, además de los grandes volúmenes de madera extraídos para construcción y combustible, surgió la demanda de durmientes y postes para el desarrollo del ferrocarril y del telégrafo. De esta época datan los primeros reportes de erosión en grandes zonas desmontadas (Geréz; 1981).

Al término de la Revolución Mexicana, con el reparto agrario, grandes porciones de la zona pasaron a ser ejidos poblados por peones de tradición agropecuaria lo cual fomentó la continuación de la deforestación con fines agrícolas y ganaderos.

A fines del Siglo XIX, surgió la preocupación por la conservación ecológica y en 1937, bajo Cárdenas, se estableció un Parque y Reserva Nacional Forestal de 18 695 hectáreas, en el Cofre de Perote. Esta medida no contempló la indemnización ni expropiación de los terrenos ocupados por ejidos y pequeños propietarios, por lo que posteriormente la zona de Parque Nacional fue reducida a 4 000 hectáreas, quedando el resto en manos de ejidatarios. Este parque siempre ha estado abandonado y no ha cumplido su función de reserva, debido a diversas causas de orden económico y cultural.

En 1952 se decretó una veda forestal en la región pero esta medida, tomada sin considerar factores sociales ni económicos y sin fundamento científico, resultó inútil y quizá incluso contraproducente. En 1978 se levantó esta veda y empezaron a buscarse alternativas que permitieran conservar el recurso y elevar el nivel de vida de los habitantes de la región.

Lo narrado anteriormente ha llevado a una crítica situación socio-económica y ecológica en la región del Cofre de Perote.

El Cofre y el Valle de Perote podrían convertirse en desiertos si no se remedia pronto la situación; esto es particularmente grave en el Valle en donde la erosión eólica es muy grande. Hay partes del volcán en donde el suelo ya se ha perdido y se observa la roca viva; ahí la situación ya es irreversible. La deforestación se ha traducido en una disminución de la retención de agua en la zona y hay reportes de cambios microclimáticos. Las prácticas agrícolas y ganaderas en terrenos no apropiados para ellas, realizadas además en forma extensiva y sin precauciones, han provocado una disminución en la productividad del suelo.

La gran mayoría de los bosques templados que aún están en pie se encuentra en muy mal estado, debido a ocoteo, aclareo e incendios. Aunque en la zona se observa una buena reforestación natural, ésta se ve muy restringida por el pastoreo de ganado ovicaprino.

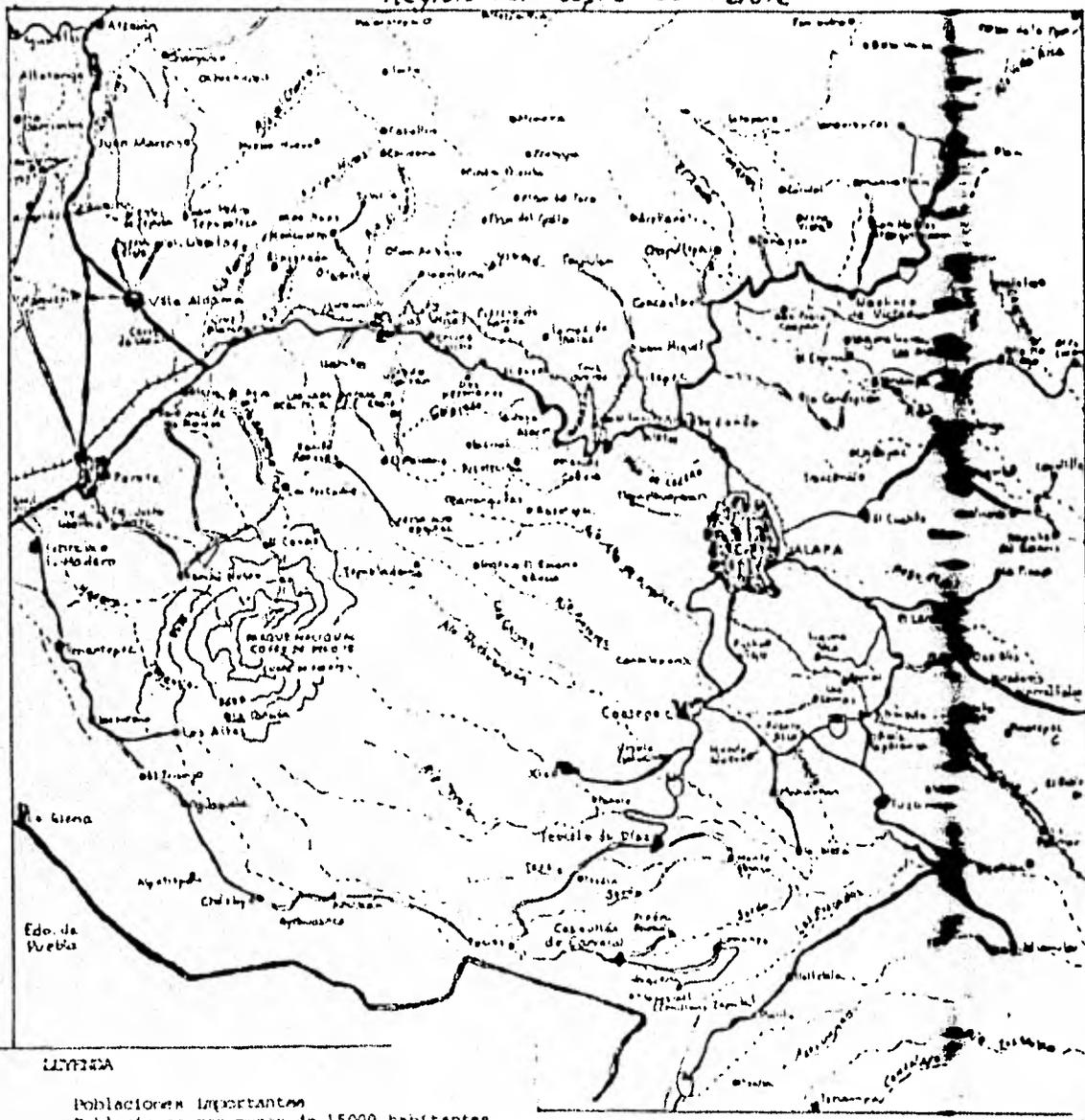
El bosque caducifolio, aunque se ha explotado poco forestalmente, debido al desconocimiento de las cualidades de sus maderas, ha sido desplazado por la agricultura, la ganadería y los asentamientos humanos: actualmente está muy fragmentado y perturbado. Su estado es aún peor que el del bosque templado; se observa muy poca regeneración natural y no se realizan esfuerzos por reforestar artificialmente.

Aunque aún no se ha logrado medir con exactitud el deterioro ecológico que ha sufrido la zona (Goldberg; 1981), es evidente que la situación es crítica y que numerosas medidas son urgentes.

Problemas de tenencia de la tierra, explosión demográfica y disminución de la productividad agrícola y ganadera son los principales problemas que han provocado una tremenda marginación social. Uno de los efectos de esta situación es la salida de los campesinos de sus lugares de origen hacia los centros urbanos, principalmente hacia las ciudades de Jalapa y México, en busca de empleos no especializados que rara vez encuentran. Algunas fuentes calculan que el índice de desempleo en esta región es del 50 %. Muestras claras de la marginación son las cifras, bastante conservadoras, proporcionadas por la SARH, que señalan un 20% de analfabetismo, un 70% de casas sin drenaje y más de un 30% de casas sin energía eléctrica. La mayoría de los habitantes que permanecen en el campo no percibe ingresos superiores al salario mínimo y no cuenta con servicios. En las zonas rurales los servicios médicos y escolares son mínimos y deficientes, existiendo pequeñas aldeas y rancherías que carecan de ellos.

En una región como ésta, de alta potencialidad forestal, una solución a la miseria está en los bosques; su aprovechamiento y conservación elevarán el nivel de vida de sus pobladores, siempre y cuando se logre que sean ellos quienes corten procesen y vendan su madera, obteniendo los mayores beneficios posibles de sus bosques.

Mapa No. 2  
Región del Cobre de Perote



LEYENDA

- Poblaciones importantes
- Poblaciones con menos de 15000 habitantes
- Carretera pavimentada
- Carretera de terciaria
- Caminos de brecha
- Ríos
- Ferrocarril
- Enclau

## RESULTADOS

Para la Región del Cofre de Perote, hay reportadas ciento noventa y dos especies arbóreas, pertenecientes a ciento diecisiete géneros y sesenta y tres familias. En el Apéndice No. 1 se presenta la lista florística correspondiente a estos árboles junto con los datos que sobre su xilema se encuentran en la bibliografía. La gran mayoría de los estudios de xilema consultados fueron realizados por investigadores del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y publicados por la misma institución. También son importantes las contribuciones del personal del Laboratorio de Ciencia y Tecnología de la Madera, del Instituto de Biología de la UNAM, del Laboratorio de Ciencia y Tecnología de la Madera, del INIREB, y de la Universidad Autónoma de Chapingo. Entre los autores que más trabajos sobre características y propiedades de maderas mexicanas han publicado se encuentran Carmen de la Paz Olvera (INIF), Silvia Rebollar (INIF), Josefina Barajas (UNAM), Ramón Echenique-Manrique (LACITEMA-INIREB) y Tomás Carmona Valdovinos (LACITEMA-INIREB).

Muchas de las especies arbóreas que vegetan en la zona de estudio, no pueden considerarse comercialmente maderables, ya sea por su baja frecuencia o por que desarrollan un fuste demasiado delgado o de forma muy irregular. De las ciento noventa y tres especies de la zona, pueden considerarse como potencialmente maderables ciento tres, muchas sólo en pequeña escala o para uso doméstico.

Sólo se han estudiado cincuenta y dos de las especies cuya madera podría ser utilizada. Los estudios son incompletos y no se tiene información que abarque todos los aspectos relativos a la ciencia y tecnología de la madera y por lo tanto relacionados con su uso. El 71% de los estudios abarca únicamente aspectos anatómicos. La mayoría de las descripciones es parcial; algunos análisis se realizaron solamente a nivel macroscópico, en otros casos se enumeran muy pocos y es frecuente que no se proporcionen datos cuantitativos.

Únicamente se han estudiado las propiedades físicas de quince de las maderas de la región, limitándose dic

estudios al cálculo de la gravedad específica. Aunque el conocer este dato es de gran importancia, pues es un indicio del valor de las propiedades mecánicas de la especie y de su comportamiento físico, no se especifica esta correlación entre la gravedad específica y otras propiedades tales como movimiento dimensionales, resistencia mecánica y conductividad térmica y eléctrica, por lo que el estudio se reduce a la publicación de un dato abstracto con mínima utilidad práctica.

Las propiedades mecánicas de las pináceas han sido bastante estudiadas y hay bastantes reportes completos de estos datos. Existe información completa sobre seis de los nueve pinos de la región del Cofre de Perote y de Abies religiosa. Sólo para otras dos especies, Alnus jorulensis y Grevillae robusta hay datos de propiedades mecánicas, pero esta información es muy pobre.

Para decidir si es factible comercializar una especie, y fomentar su aprovechamiento forestal, es ventajoso conocer algo de su trabajabilidad; sin embargo, en la literatura es raro encontrar ese tipo de información. Únicamente se presentan breves comentarios sobre la trabajabilidad de nueve de las especies bajo consideración, dando poca importancia al tema.

En el Cuadro No. 8 se enumeran las especies potencialmente maderables de la Región del Cofre de Perote, señalando que tipo de estudio se ha realizado en México sobre cada una de ellas.

Como ya se ha mencionado, las comunidades forestales más importantes de la zona de estudio son los bosques de coníferas y los bosques caducifolios. Los bosques de coníferas de la Región del Cofre de Perote son masas puras de pino y asociaciones de pino con otras especies como aile, encino y ciprés; abarcan aproximadamente la tercera parte de la zona de trabajo y se localizan en su porción oeste (ver Mapa No. 3). En la actualidad, lo que antes era un continuo bosque es un mosaico de cultivos, pastizales y parches de bosque. Entre los cultivos más importantes de la zona está la papa, el frijol, el haba, el maíz, la alfalfa y la cebada, además de algunos frutales como manzana, pera y ciruela. En los alrededores del Cofre de Perote el

do más común es el ovicaprino que, aunque representa bastantes ingresos para los habitantes de la región, destruye la regeneración natural del bosque, dificulta enormemente la reforestación artificial y acelera la erosión.

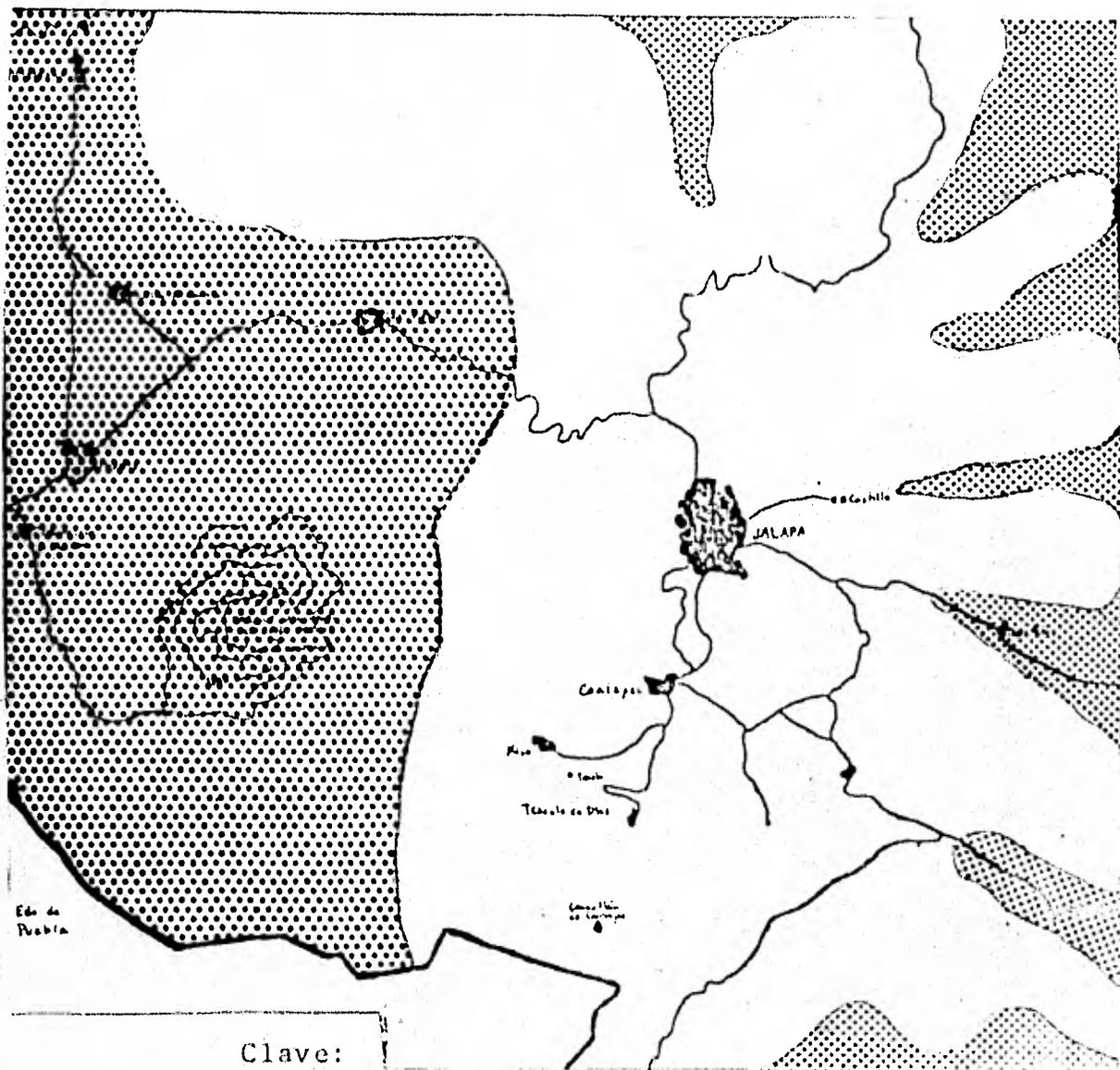
Los bosques de pino han sido intensamente explotados desde la Conquista. Se les ha talado para surtir enormes pedidos de madera y para ampliar terrenos agrícolas. Durante época de veda o de control forestal, se ha extraído bastante madera en forma clandestina para vender y para satisfacer necesidades locales de habitación y combustible. Los bosques también han sido dañados por numerosos incendios; afortunadamente parece estar disminuyendo la frecuencia de incendios provocados por el hombre.

A partir de 1978, año en que se levantó la veda forestal impuesta desde 1952, la Subsecretaría Forestal y de la Fauna empezó a implementar sistemas silvícolas en los bosques templados de la Región del Cofre de Perote, con miras a lograr un aprovechamiento racional de estos bosques que permita conservar el recurso y elevar el nivel de vida de sus dueños, principalmente ejidatarios. La tarea por realizar es larga y difícil; existen numerosos problemas debidos, entre otras cosas, a falta de presupuesto, de personal, a la poca preparación de los técnicos y a la excesiva burocratización del sistema. Aún así, las perspectivas en el sector forestal para esta región, en el caso de los bosques templados, son mejores de lo que eran durante la veda, pues se ha comprendido, por parte del sector oficial y de los dueños de los bosques, la necesidad de optimizar el aprovechamiento forestal, lo que implica conservar el recurso.

Para empezar a establecer sistemas de manejo silvícola, el primer paso que ha seguido la Subsecretaría Forestal y de la Fauna en la Región del Cofre de Perote ha sido realizar una labor de convencimiento.

Mapa No. 3

Zonas boscosas de la Región del Cofre de Perote



Clave:

-  Bosque templado
-  Bosque caducifolio
-  Bosque tropical

Cuadro No. 8

Tipo de estudio que se ha publicado en México sobre las especies potencialmente maderables de la Región del Cofre de Perote.

Especie	Anatomía del xilema	Prop. físicas	Prop. mecánicas	Tabaja-bilidad
<u>Abies religiosa</u>	X	X	X	X
<u>Acacia pennatula</u>				
<u>Acacia pringlei</u>				
<u>Acacia unijuga</u>				
<u>Alnus acuminata</u>				
<u>Alnus arguta</u>	X	X		
<u>Alnus jorulensis</u>	X	X	X	
<u>Arbutus glandulosa</u>				
<u>Arbutus taphilos</u>				
<u>Arbutus xalapensis</u>	X			
<u>Aspidosperma megaloparpum</u>	X			
<u>Bombax ellipticum</u>				
<u>Brosimum alicastrum</u>	X			
<u>Birsera simarouba</u>	X			
<u>Byrsonima crassifolia</u>				
<u>Caesalpinia cacalaco</u>				
<u>Caesalpinia pulcherrima</u>				
<u>Carpinus caroliniana</u>	X		X	
<u>Casuarina cunninghamiana</u>				
<u>Casuarina equisetifolia</u>	X			
<u>Cedrela mexicana</u>	X			
<u>Clethra macrophylla</u>				
<u>Clethra mexicana</u>	X			
<u>Clethra occidentalis</u>				
<u>Crataegus pubescens</u>	X			
<u>Cupressus lindluji</u>	X			
<u>Cupressus lusitanica</u>				X
<u>Dendroponax arboreum</u>	X			
<u>Erythrina americana</u>	X			
<u>Ficus cotinifolia</u>				
<u>Ficus goldmanii</u>				
<u>Ficus obtusifolia</u>				
<u>Ficus aertediana</u>				
<u>Ficus pertusa</u>				
<u>Fraxinus schideana</u>				

Espece	Anatomía del xilema	Prop. físicas	Prop. mecánicas	Trabajabilidad
<u>Fraxinus udhei</u>	X	X		X
<u>Grevillae banksii</u>				
<u>Grevillae robusta</u>	X	X	X	
<u>Inga jinicuil</u>				
<u>Jacaranda acutifolia</u>	X			
<u>Jacaranda mimosifolia</u>				
<u>Juglans pyriformis</u>				
<u>Juniperus lindleyi</u>	X			
<u>Juniperus flaccida</u>				
<u>Liquidambar macrophylla</u>	X			X
<u>Lysiloma acapulcense</u>	X			
<u>Lysiloma aurita</u>				
<u>Magnolia grandiflora</u>				
<u>Magnolia schudeana</u>				
<u>Mirandaceltis monoica</u>	CH			
<u>Oreopanax echinops</u>				
<u>Oreopanax liebmani</u>				
<u>Oreopanax xalapensis</u>	X			
<u>Ostrya virginiana</u>				
<u>Persea americana</u>	X			
<u>Pinus ayacahuite</u>	X	X	X	
<u>Pinus cembroides</u>	X			
<u>Pinus hartwegii</u>	X	X		
<u>Pinus leiophylla</u>	X	X	X	X
<u>Pinus montezumae</u>	X	X	X	
<u>Pinus patula</u>	X	X	X	
<u>Pinus pseudostrobus</u>	X	X	X	X
<u>Pinus rudis</u>	X	X	X	
<u>Pinus teocote</u>	X			
<u>Pithecellobium dulce</u>				
<u>Platanus lindeniana</u>	X			
<u>Platanus mexicana</u>				
<u>Podocarpus reichei</u>	X			
<u>Populus sp</u>	X	X		X
<u>Prunus capuli</u>				
<u>Prunus doméstica</u>				
<u>Prunus persica</u>				
<u>Psidium guajava</u>	X			
<u>Quercus acutifolia</u>	X			
<u>Quercus candicans</u>	X	X		
<u>Quercus castanea</u>	X			

Espece	Anatomía del xilema	Prop. físicas	Prop. mecánicas	Trabajabilidad
<u>Quercus crasifolia</u>	*	*		
<u>Quercus germana</u>				
<u>Quercus glabrescens</u>	*			
<u>Quercus hartwegi</u>				
<u>Quercus laurina</u>	*			
<u>Quercus microphylla</u>				
<u>Quercus ocoteaefolia</u>				
<u>Quercus offinis</u>				
<u>Quercus oboides</u>	*			
<u>Quercus peduncularis</u>	*			
<u>Quercus polymorpha</u>				
<u>Quercus xalapensis</u>				
<u>Robinsonella mirandae</u>				
<u>Salix oxylepsis</u>				
<u>Salix humboldtiana</u>				
<u>Sapindus saponaria</u>				
<u>Saurauia belizensis</u>	*			
<u>Saurauia leucocarpa</u>				
<u>Saurauia serrata</u>				
<u>Saurauia villosa</u>				
<u>Spondias mombin</u>	*			
<u>Spondias purpurea</u>				
<u>Trophis mexicana</u>				
<u>Ulmus mexicana</u>				
<u>Zinowewia concinna</u>	*			

Para lograr lo primero es necesario realizar una labor de concientización que busque convencer a los ejidatarios de que sus bosques son un recurso del cual pueden obtener numerosos beneficios y mostrarles lo importante que es conservarlo para futuras generaciones. Una vez que el ejido acepta la asesoría de la Subsecretaría Forestal y de la Fauna para explotar el bosque, sigue un difícil proceso de organización, enseñanza y control. La SFF se encarga del manejo del recurso, diseñando y controlando las técnicas silvícolas y el ejido realiza el trabajo y recibe todos los beneficios. El ejido utiliza los ingresos del bosque para obras de beneficio común y los pocos ejidatarios que participan en las actividades forestales, reciben un salario mínimo que no está en relación con el trabajo que

realizan, situación que frecuentemente crea conflictos.

Las técnicas silvícolas se basan en prácticas - extranjeras y son aplicables a masas puras de pino. Se aplica una corta de regeneración que elimina todos los árboles excepto unos pocos que se han seleccionado como árboles padres. El objeto de esta corta es obtener una reforestación natural y, si no se logra esto, se procede a plantar pinos de los viveros de la SARH. Diez años más tarde se practica una corta de aclareo que favorece a los pinos más robustos y de mejor fuste eliminando la competencia. Además se practica una corta de liberación en -- que se elimina a los que fueron árboles padres, también -- para disminuir la competencia; se realizan dos o tres cortas de clareo según el ciclo de corta de los árboles y, -- finalmente, a los treinta años se obtiene la cosecha final. Entonces se reinicia el proceso.

En los bosques mixos, la tendencia ha sido a -- sido eliminar aquellas especies que no sean pinos, considerándolas plagas, especialmente cuando son caducifolios. Se han querido crear masas puras de pino considerándolas las más sencillas de manejar y las más rentables, lo cual, como se discutirá más adelante, no siempre es la mejor opción.

Los árboles se cortan con motosierra, con sierras voladoras y, en ocasiones, con hacha y otros tipos -- de sierras. Aunque ha disminuido el daño que se hace al bosque durante la tala debido a la inexperiencia y a la -- inconsciencia, la Subsecretaría Forestal y de la Fauna debe tener un control continuo en los centros de producción que asesora, para evitar que se derriben los árboles vecinos al elegido para la corta y para que se corte el tronco lo más cerca del suelo posible, disminuyendo así el -- desperdicio de madera que representan los tocones demasiado grandes.

Las trozas se transportan con bueyes o burros -- hasta caminos de brecha donde camiones de redilas recogen la madera en forma de rolletes, vigas, tablones o tablas; lo más frecuente es que el ejido venda madera en rollo, -- lo que es también lo menos redituable.

La Subsecretaría Forestal y de la Fauna tiene proyectado establecer unidades de producción en las que participen, como socios mayoritarios, los dueños de los bosques, para que así puedan obtener el máximo beneficio de su recurso.

Para los bosques del Cofre de Perote, la Secretaría de Programación y Presupuesto contempla un ambicioso proyecto de manejo, con un plazo de veinticinco años. El objetivo fundamental de este plan es establecer una empresa forestal que elabore algún producto de madera de pino y en la que participarían los ejidatarios y pequeños propietarios con tierras en el volcán, los particulares que así lo desearan y el gobierno. No se han proporcionado al público, en detalle, los objetivos y fundamentos de este proyecto, pero las noticias publicadas al respecto y pláticas con personas involucradas en su desarrollo parecen indicar que el proyecto no concuerda con la crítica situación económica que actualmente vive el país y que no se toman en cuenta estructuras ya existentes con objetivos equivalentes.

En el Cuadro No. 9 se enlistan las especies propias de los bosques templados de la Región del Cofre de Perote y en el Cuadro No. 10 están tabuladas las características de estas especies. Como ya se ha dicho antes, las descripciones utilizadas provienen de fuentes bibliográficas. Las características tabuladas se utilizaron para hacer los análisis de similitud y de relación entre especies y usos que se describen más adelante.

## Cuadro No. 9

Grupo A. Especies de bosques templados (de coníferas o coníferas y latifoliadas), reportadas para la región del Cofre de Perote.

Alnus acuminata  
Alnus arguta  
Alnus jorullensis  
Casuarina cunnamhamiana  
Casuarina equisetifolia  
Cupressus lindleyi  
Cupressus lusitanica  
Juniperus lindleyi  
Juniperus flaccida  
Quercus acutifolia  
Quercus candicans  
Quercus castanea  
Quercus crassifolia  
Quercus germana  
Quercus glabrescens  
Quercus hartwegi  
Quercus laurina  
Quercus microphylla  
Quercus ocoteaefolia  
Quercus affinis  
Quercus oleoides  
Quercus peduncularis  
Quercus polymorpha  
Quercus xalapensis  
Abies religiosa  
Pinus ayacahuite  
Pinus cemoroides  
Pinus hartwegii  
Pinus leicophylla  
Pinus montezumae  
Pinus patula  
Pinus rudis  
Pinus teocote

A continuación se presentan las características -- que fueron utilizadas para la elaboración del cuadro No. 10. La definición de cada una se encuentra en el Apéndice No. 2.

Columna I	Columna II
1.- color claro	1.- color oscuro
2.- lustre alto o mediano	2.- lustre bajo
3.- hilo recto	3.- otro
4.- textura gruesa o mediana	4.- textura fina
5.- porosidad difusa o semi-anular	5.- porosidad anular
6.- canales de resina	6.- sin canales de resina
7.- poros numerosos	7.- poros escasos
8.- vasos de diámetro grande o mediano	8.- vasos de diámetro fino
9.- vasos largos o medianos	9.- vasos cortos
10.- puntuaciones areoladas	10.- puntuaciones simples
11.- platina de perforación simple	11.- otro
12.- parénquima axial difuso	12.- parénquima axial en bandas
13.- parénquima paratraqueal difuso	13.- parénquima paratraqueal en alguna agrupación
14.- parénquima paratraqueal vasicéntrico	14.- otro
15.- parénquima paratraqueal aliforme	15.- otro
16.- parénquima paratraqueal aliforme confluyente	16.- otro
17.- parénquima paratraqueal unilateral	17.- otro
18.- parénquima paratraqueal en bandas	18.- otro
19.- poros solitarios	19.- poros en grupos
20.- presenta tílides	20.- no presenta tílides
21.- presenta fibrotraqueidas	21.- otro
22.- presenta fibras libri-formes	22.- otro
23.- sólo se reportan fibras	23.- otro
24.- fibras largas o medianas	24.- fibras cortas
25.- fibras de diámetro gran de o mediano	25.- fibras de diámetro fino
26.- fibras de pared gruesa o mediana	26.- fibras de pared delgada

27.- con traqueidas	27.- otro
28.- traqueidas largas o medianas	28.- traqueidas cortas
29.- traqueidas de diámetro grande o mediano	29.- traqueidas de diámetro fino
30.- traqueidas de pared gruesa o mediana	30.- traqueidas de pared delgada
31.- presenta inclusiones de resina	31.- otro
32.- puntuaciones cupresoides	32.- otro
33.- puntuaciones pinoides	33.- otro
34.- puntuaciones piceoides	34.- otro
35.- puntuaciones taxodioides	35.- otro
36.- puntuaciones fenestri-formes	36.- otro
37.- rayos numerosos	37.- rayos escasos
38.- rayos heterogéneos	38.- rayos homogéneos
39.- rayos uniseriados	39.- otro
40.- rayos bi y poliseriados	40.- otro
41.- rayos bajos	41.- otro
42.- rayos altos	42.- otro
43.- presenta cristales	43.- no presenta cristales
44.- gravedad específica	44.- - - - - - - -
45.- contracción volumétrica	45.- - - - - - - -
46.- contracción tangencial	46.- - - - - - - -
47.- contracción radial (R, S)	47.- - - - - - - -
48.- módulo de ruptura (m)	48.- - - - - - - -
49.- módulo de elasticidad (n)	49.- - - - - - - -
50.- esfuerzo al límite de proporcionalidad	50.- - - - - - - -
51.- trabajo al límite de proporcionalidad (i)	51.- - - - - - - -
52.- compresión paralela (z)	52.- - - - - - - -
53.- compresión perpendicular(b)	53.- - - - - - - -
54.- dureza Janka paralela(c)	54.- - - - - - - -
55.- dureza Janka perpendicular	55.- - - - - - - -
56.- madera durable	56.- madera poco durable



El número que precede a cada caracter corresponde a las columnas del cuadro encabezada por el mismo número. - La presencia, en una especie, de los caracteres enlistados - en la primera columna, se indica en el cuadro por medio de - una pequeña paloma; por el contrario, un pequeño guión indica que la madera presenta el caracter citado en la segunda - columna. La lista de caracteres se elaboró de manera tal -- que lo señalado en una columna fuera apuesto a lo correspondiente en la otra columna, para así tener sólo dos posibilidades y poder señalar en el cuadro ausencia o presencia de - una característica de una manera simple, facilitándose la interpretación de los datos. Con un círculo negro se indica - que esa característica no es computable para esa especie; es te es el caso que se aplica, por ejemplo, a las angiospermas en las columnas que corresponden a propiedades exclusivas de las gimnospermas. Los círculos blancos significan que esa - característica o propiedad no se encuentra descrita en la bi bliografía.

Para tabular los datos cuantitativos, se dividió el rango de datos para cada característica en dos clases y - se vió a que clase pertenecía cada una de las especies. Así fue posible incluir estas cifras en el cuadro pues este sistema permitía tener dos posibilidades, al igual que para el resto de las características utilizadas. Aunque se perdió - exactitud numérica, se simplificó la comparación entre especies y se hizo posible aplicar el Índice de Similitud de --- Simpson para establecer niveles de semejanza.

Los datos de gravedad específica para este grupo de maderas fluctúa entre 0.338 y 0.915. Este rango se dividió en dos clases: la primera denominada x, va de 0.338 a 0.626 y en ella se incluyeron especies blandas y semiduras; en la segunda clase, nombrada y, se incluyen las maderas duras con gravedades específicas entre 0.627 y 0.915.

Los porcentajes de contracción volumétrica, que - van de 9 a 16.72%, se dividieron en dos grupos: el primero - (v) abarca contracciones entre 9 y 12.86% y el segundo (b) contiene datos entre 12.87 y 16.72%.

Las cifras de contracción tangencial van de 1.6 a 10.1% y se formaron dos grupos: el grupo A de 1.6 a 5.8% y - el grupo T de 5.9 a 10.1%.

Las especies con contracción radial entre 2.8 y

4.06% se incluyeron en el grupo R y aquellas con porcentajes entre 4.07 y 5.33 en el grupo S.

El Cuadro No. 10 se usó para calcular los índices de similitud de Simpson que son una forma objetiva de comparar especies. El Índice de Simpson se obtiene dividiendo el número de caracteres semejantes entre el total de caracteres computados para las dos especies que se estén comparando. Este índice muestra qué porcentaje de características comparten las dos especies que se estén estudiando.

Los índices de similitud se obtuvieron con el fin de formar grupos de especies semejantes para posteriormente ver si era válido decir que las especies parecidas en morfología y propiedades pueden tener los mismos usos. Se fijó 80% como el nivel de semejanza necesario para agrupar las especies.

Los índices de similitud calculados a partir del Cuadro No. 10 se presentan en el Apéndice No. 3.

Los resultados que se obtuvieron con esta metodología no son absolutos porque no se tenía la misma información sobre todas las especies; para evitar excesiva distorsión de los datos, en el cálculo de cada índice de similitud, se consideraron únicamente aquellos datos estudiados para ambas especies.

No se compararon angiospermas con gimnospermas -- pues hay características que son computables para un grupo pero no para el otro. Si se calculaba el índice considerando el círculo blanco como diferente al carácter computado, los índices de similitud era menos al 40%, por lo que resultaba evidente que las maderas eran totalmente diferentes, y no se las podía incluir en un grupo de usos finales comunes. Se desechó la posibilidad de no considerar los caracteres no computables pues implicaba ignorar características esenciales de las especies que afectan no sólo su apariencia sino también sus propiedades.

Las cifras obtenidas al calcular los índices de similitud permiten dividir las especies de bosque templado en cuatro familias de maderas que comparten más del 80% de sus características. Estas familias son como sigue:

Alnus acuminata  
Alnus arguta  
Alnus jorullensis  
Casuarina equisetifolia  
Casuarina cunninghamiana

Cupressus lindleyi  
 (Cupressus lusitanica)  
Juniperus lindleyi  
 (Juniperus flaccida)  
Abies religiosa

Quercus acutifolia  
Quercus candicans  
 (Quercus castanea)  
Quercus crassifolia  
 (Quercus germana)  
 (Quercus hartwegi)  
 (Quercus laurina)  
 (Quercus microphylla)  
 (Quercus ocoteaefolia)  
 (Quercus offinis)  
 (Quercus oleoides)  
 (Quercus peduncularis)  
 (Quercus polymorpha)  
 (Quercus xalapensis)

Pinus ayacahuite  
Pinus cembroides  
Pinus hartwegii  
Pinus leiophylla  
Pinus montezumae  
Pinus patula  
Pinus rudis  
Pinus teocote

Se incluyeron las especies no estudiadas (escritas entre paréntesis), suponiendo que su índice de similitud con respecto a las especies de la familia en la que se incluía el género al que pertenecen, no difería significativamente de los índices calculados para las especies estudiadas.

No se calcularon índices de similitud para las especies de Casuarina pues la información recopilada es tan pobre que se consideró que este cálculo no habría tenido ningún sig

nificado o validez. Por la misma razón no se calcularon los índices para los encinos descritos únicamente a nivel macroscópico.

Observaciones y entrevistas realizadas en las poblaciones visitadas de la región del Cofre de Perote demostraron que las especies comunmente usadas son, en orden de importancia: los pinos, los encinos, el cedro blanco o ciprés, el oyamel y el aile o ilite. En el Cuadro No. 11 se muestra una relación de las especies y los usos detectados en la zona.

Las especies mencionadas se explotan a nivel doméstico y de manera rudimentaria por los habitantes de los bosques y sus cercanías y, de una forma más organizada, por ejidos y pequeños propietarios, la mayoría de los cuales están asesorados por la Subsecretaría Forestal y de la Fauna, y venden madera a aserraderos y madererías.

En las áreas de construcción, fabricación de muebles y obtención de energéticos, se encuentran los usos más importantes de la madera en la región del Cofre de Perote. La elaboración de mangos de herramienta, implementos agrícolas, cajas de empaque, cajones para colmena, palillos y abatenguas, así como carrocerías, son secundarios pero aparentemente cuentan con amplio mercado.

Para la construcción, en áreas urbanas, de casas y edificios, se utiliza gran cantidad de cimbra y a veces se emplean duelas para el piso o vigas y tablas para los techos. En zonas rurales y en viviendas populares de algunas poblaciones, lo común es que toda la construcción sea de madera, en ocasiones sustituyéndose las tablas del techo o el tejamanil por láminas de asbesto, metálicas o de fibra de vidrio. La mayor parte de la madera utilizada en estas construcciones proviene de cortas clandestinas; en otros casos las tablas que forman las paredes son desperdicio de troncos que han tabla, son las tablas de los extremos con forma irregular y partes de corteza.

Todos los carpinteros de la zona utilizan pino para fabricar muebles. Algunos, para mejorar la calidad y alentados por el gran mercado que éstas maderas tienen, utilizan cedro y caoba, provenientes de Chiapas y Guatemala principalmente.

La madera más utilizada es la de pino. El hecho de que esta madera sea fácil de trabajar, siendo moderadamente dura y de hilo recto, la ha hecho muy popular entre carpinteros y usuarios. En torno a la explotación de ésta especie se ha creado un círculo vicioso: es la que más se corta porque es la que más se consume y es la que más se usa por ser la más fácil de conseguir. Los bosques del Cofre de Perote no son suficientes para abastecer el mercado pero esta deficiencia se cubre con madera procedente de Durango y Michoacán, principalmente.

En la maderería, aserraderos y carpinterías se distingue al Pinus ayacahuite del resto del género porque de esta especie se obtiene madera que, las más de las veces, es de primera calidad, libre de defectos. Sin embargo, esta especie se destina a los mismos fines que el resto de los pinos y los resultados que con ella se obtienen son prácticamente iguales que los que dá cualquier otro pino de primera clase; sólo hay diferencias significativas cuando el uso final exige una apariencia uniforme y totalmente libre de defectos, lo que sucede muy rara vez.

Muy práctica resulta la clasificación, aplicable a todas las especies una vez aserradas, que divide a los pinos por sus defectos (i.e. presencia de nudos) en tres calidades; así, la madera de primera, sea o no ayacahuite, será toda aquella pieza libre de defectos, la madera de segunda tendrá algunos defectos y la de tercera muchos más. La madera de primera se destina principalmente a la elaboración de muebles y puertas y ventanas de alta calidad; en el caso de las puertas ahora se usa cada vez más triplay. La madera de segunda y tercera se usa para cimbra, vigas, tablas para la construcción, duela para piso, carrocerías, cajas para empaque, escaleras, mangos de herramienta, implementos agrícolas, ataúdes y cajones para colmena.

La Subsecretaría Forestal y de la Fauna está luchando porque se deje de usar madera de pino para combustible pero aún falta mucho para que lo logre. Hasta hace poco tiempo, se vendían rajas de pino a varias fábricas para combustible pero, hace unos años, se empezó a venderles aile y encino en sustitución del pino. Las necesidades domésticas de combustible de los habitantes de las regiones boscosas se satisfacen con la recolección de ramas de pino y con cortas clandestinas; el ocoteo aún es muy frecuente en estos bosques.

El encino se encuentra muchas veces mezclado con los pinos de los bosques templados de las cercanías del Cofre de Perote. Esta madera no es favorita entre los carpinteros pues su dureza la hace más difícil de trabajar que el pino, el cedro o la caoba, sin embargo, la belleza de sus acabados hace que se venza esa reticencia a usarla y con esta especie se elabora duela y parquet piso, y cada vez más muebles; su resistencia hace que sea frecuente su uso en carrocería de camiones de redilas y la convierte en una madera ideal para elaborar mangos de herramientas. El encino también se emplea mucho como combustible, tanto industrial como doméstico.

Los encinos de la zona de estudio no son muy grandes y gran proporción de ellos no tiene fuste recto. Esto probablemente se debe a una larga historia de manejo forestal inapropiado, encaminado sólo hacia la explotación del pino y posiblemente no es un aspecto irreversible y debe buscarse mejorar la calidad de esta especie a través de técnicas silvícolas adecuadas que reconozcan que los bosques de la zona, salvo en algunas excepciones, no son monoespecíficos.

Aunque la madera de Abies religiosa es considerada buena por los madereros y carpinteros, su uso es limitado debido a su cada vez mayor escasez. Los bosques de oyamel del Cofre de Perote han sufrido talas excesivas desde hace mucho tiempo y los esfuerzos de reforestación se llevan a cabo únicamente con pinos. En general, esta madera se destina a los mismos usos que la del pino.

El cedro blanco es una madera superficialmente parecida a la de pino, fácil de trabajar y bastante popular en la zona. No es fácil de conseguir en las madererías y generalmente se considera de calidad inferior al pino aunque es común que se emplee en la elaboración de vigas, tablas para construcción, cajas de empaque, ataúdes y muebles.

El aile está asociado al pino en muchas zonas de los bosques templados de la región del Cofre de Perote.

Desde un punto de vista de aprovechamientos forestales, esta especie presenta la gran ventaja de ser de rápido crecimiento pero no es muy popular entre carpinteros ni usuarios. Hasta 1979 la Subsecretaría Forestal y de la Fauna favorecía la tala total del aile por considerar que era -

una plaga que dificultaba el establecimiento de pinos jóvenes. A partir de ese año se encontró que era una especie con muy - alto valor comercial como combustible y empezó a promover su explotación para este fin, con gran éxito.

El aile también se emplea para la elaboración de - mangos de herramientas y de sillas rústicas de baja calidad.



Hasta el momento se ha hablado de las especies potencialmente maderables de los bosques de coníferas de la región del Cofre de Perote, de sus características y de sus usos; ahora se expondrá lo relacionado a las especies caducifolias.

Casi las dos terceras partes restantes de la región del Cofre de Perote están cubiertas por bosques caducifolios. Estas asociaciones se localizan en la parte central y Este de la zona de estudio. En la parte Este hay porciones que corresponden a selvas bajas y medianas pero estas comunidades no se tomaron en cuenta en esta tesis por ser poco características de la región y poco explotadas forestalmente.

El bosque caducifolio está muy perturbado y sólo existe en fragmentos dispersos entre cultivos y pastizales para ganado vacuno. Sus maderas no se consideran comerciales y son explotadas clandestinamente por los pobladores de la zona para construir sus casas, corrales, cercas y para leña.

Como se desconocen los usos potenciales de la mayoría de las maderas del bosque caducifolio y se cuenta con sistemas de manejo silvícola aplicables a estas comunidades, no se ha promovido el uso de este recurso como se ha hecho en el caso de los bosques de coníferas. La Subsecretaría Forestal y de la Fauna da permisos esporádicos, principalmente a individuos, para cortar estas especies.

La corta de árboles se practica bajo muy poco control por lo que al hacerla se daña al bosque y se desperdicia mucha madera. Las técnicas de corta son muy rudimentarias, empleándose frecuentemente el hacha y alguna sierra. El método de transporte más común es el burro o algún otro animal de carga.

Las maderas de bosque caducifolio muy rara vez se encuentran en las madererías de los centros urbanos. Por lo común son utilizadas por campesinos para construir sus casas, cercas, corrales, para elaborar sus muebles e implementos agrícolas y como combustible para uso en el hogar.

Las especies arbóreas del bosque caducifolio se enumeran en el Cuadro 12. Sólo se tomaron en cuenta las especies sobre las cuales hay información en la literatura y especies de un mismo género cuando se tenían datos sobre al-

guna de éste. El haber considerado todos los árboles típicos del bosque caducifolio habría agrandado innecesariamente la lista, dando lugar a confusiones y dificultando el análisis de datos, sin aportar ventaja alguna.

Las especies de selva que vegetan en la región, como ya se dijo antes, no se tomaron en cuenta pero se mencionan como información adicional, en el Cuadro No. 13.

## CUADRO No. 12.

Grupo B - Especies de bosque caducifolio, reportadas para la región del Cofre de Perote.

Dendropanax arboreum  
 (Oreopanax echinops)  
 (Oreopanax liebmani)  
Oreopanax xalapensis  
Jacaranda acutifolia  
 (Jacaranda mimosifolia)  
 (Bombax ellipticum)  
Pseudobombax ellipticum  
Bursera simaruba  
 (Clethra macrophylla)  
Clethra mexicana  
 (Clethra occidentalis)  
 (Arbutus glandulosa)  
 (Arbutus taphilos)  
Arbutus xalapensis  
Liquidambar macrophylla  
Persea americana  
Erythrina americana  
Psidium guajava  
 (Fraxinus schideana)  
Fraxinus udhei  
Platanus lindeniana  
 (Platanus mexicana)  
 (Podocarpus matudai)  
Podocarpus reichei  
 (Grevillea banksii)  
Grevillea robusta  
Crataegus mexicana  
 (Crataegus pubescens)  
 (Crataegus stipulosa)  
Populus deltoidea  
Saurauia belizensis  
 (Saurauia leucocarpa)  
 (Saurauia serrata)  
 (Saurauia villosa)  
Juglans pyriformis

Nota: Se colocan entre paréntesis las especies no estudiadas.

## CUADRO No. 13

Especies de selva mediana que han sido estudiadas y que, aunque existen en la Región del Cofre de Perote, no se tomaron en cuenta durante el análisis de datos, puesto que este estudio se limita a bosque templado y bosque caducifolio que son los tipos de vegetación con potencialidad forestal más representativos de la zona de trabajo.

Spondias mombin  
(Spondias purpurea)  
Aspidosperma megalocarpum  
Zinowewia concina  
(Lysiloma aurita)  
Robinsonella mirandae  
Cedrela mexicana  
Brosimum alicastrum  
Psidium guajava  
Mirandaceltis monoica

Nota: Se colocaron entre paréntesis las especies no estudiadas.

Con los datos recopilados de la bibliografía sobre las especies de bosque caducifolio, se siguió el mismo proceso que se describió para el caso de las maderas de -- bosques de coníferas. Se elaboró el Cuadro No. 14, en el cual se tabulan las especies reportadas para los bosques - caducifolios de la zona de estudio y sus características y propiedades.

En la elaboración del Cuadro No. 14 se usó un - menor número de características que al hacer el Cuadro No. 10 ya que los estudios de las especies correspondientes a bosque caducifolio son más escasos que los de las maderas de bosques templados y, por lo tanto, en la bibliografía - se encontraron menos características descritas.

Abajo se detallan las características utiliza-- das para elaborar el Cuadro No. 14. Al igual que en el -- Cuadro No. 10, se utilizó una pequeña paloma para indicar la presencia del caracter mencionado en la primera columna, un guión indica la ausencia de este caracter y la presencia del caracter correspondiente señalado en la segunda colum- na; los círculos blancos significan que el caracter no es - computable y los círculos negros que no hay información so- bre ese caracter para esa especie.

Características utilizadas en la elaboración del Cuadro No. 14

Columna I	Columna II
1.- color claro	1.- otro
2.- lustre alto o mediano	2.- otro
3.- hilo recto	3.- otro
4.- textura gruesa o mediana	4.- otro
5.- porosidad difusa o semi- difusa	5.- porosidad anular
6.- poros numerosos	6.- poros escasos
7.- vasos de diámetro grande o mediano	7.- vasos de diámetro fino
8.- vasos largos o medianos	8.- vasos cortos
9.- puntuaciones simples	9.- puntuaciones areoladas
10.- platina de perforación simple	10.- sin platina de perforación simple
11.- platina de perforación escaleriforme	11.- sin platina de perforación escaleriforme
12.- parénquima apotraqueal di fuso	12.- ausente
13.- parénquima apotraqueal en bandas.	13.- ausente

14.- parénquima paratraqueal va siccéntrico	14.- ausente
15.- parénquima paratraqueal - aliforme	15.- ausente
16.- parénquima paratraqueal unilateral	16.- ausente
17.- poros solitarios	17.- otro
18.- poros en grupos	18.- otro
19.- presenta engrosamientos en espiral	19.- no presenta engrosamien tos en espiral
20.- contiene gomas	20.- no contiene gomas
21.- contiene cristales	21.- no contiene cristales
22.- presenta fibrotraqueidas	22.- otro
23.- presenta fibras librifor mes	23.- otro
24.- fibras largas o medianas	24.- otro
25.- fibras de diámetro grue- so o mediano	25.- otro
26.- fibras de pared gruesa o mediana	26.- otro
27.- rayos numerosos	27.- otro
28.- rayos homogéneos	28.- otro
29.- rayos heterogéneos	29.- otro
30.- rayos uniseriados	30.- otro
31.- rayos biyapóliseriados	31.- otro
32.- rayos bajos	32.- rayos altos o medianos
33.- gravedad específica	33.- - - - - - - -
34.- contracción radial	34.- - - - - - - -
35.- contracción tangencial	35.- - - - - - - -
36.- madera durable	36.- madera poco durable

Con este cuadro se calcularon los índices de similitud para estas especies, siguiendo el mismo proceso descrito para las maderas de los bosques templados.

Se siguió el mismo criterio, fijándose como 80% - el nivel de semejanza que debían tener dos especies para pertenecer al mismo grupo. Sólo se formaron dos familias.

La primera familia está formada por Dendropanax arboreum, Oreopanax xalapensis y Persea americana. El promedio de los índices de similitud de estas tres especies es de 81.8%. Dendropanax arboreum y Oreopanax xalapensis solamen-

te comparten el 77.4% pero como ambas maderas resultaron ser muy parecidas a Persea americana y su índice de similitud es relativamente alto, se decidió formar una familia con las tres especies. Suponiendo que las especies de un mismo género comparten suficientes características para ser incluidas en una misma familia, como mostraron los índices de similitud obtenidos en el caso de las especies de bosque templado, en esta familia se pueden incluir algunas especies no estudiadas.

Dendropanax arboreum  
 (Oreopanax echinops)  
 (Oreopanax liebmani)  
Oreopanax xalapensis  
Persea americana

La otra familia se formó con Arbutus xalapensis, Liquidambar macrophylla y Platanus lindeniana. En este caso el índice de similitud promedio resultó de 83.3%. Platanus lindeniana y Liquidambar macrophylla, también comparten menos del 80% de sus características, pero siguiendo el criterio empleado en el caso anterior, se incluyeron las tres maderas de este grupo. Al incluir las demás especies de estos géneros la familia contendría las siguientes especies:

(Arbutus glandulosa)  
 (Arbutus taphilos)  
Arbutus xalapensis  
Liquidambar macrophylla  
Platanus lindeniana  
 (Platanus mexicana)

Clethra mexicana comparte el 80% de sus características con Persea americana y con Platanus lindeniana pero no se la incluyó en ninguna de las dos familias, porque en ambos casos, al hacerlo, el índice de similitud promedio -- disminuía a menos del 80%.

CUADRO No. 14

Características y propiedades de las especies de la Región del Cofre de Parí que se han estudiado

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
<i>Dendropanax arboreum</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Oreopanax xalapensis</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Carpinus caroliniana</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Jacaranda acutifolia</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Pseudobombax ellipticum</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Bursera simarouba</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Clethra mexicana</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Arbutus xalapensis</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Liquidambar macrophylla</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Pearsa americana</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Erithrina americana</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Psidium guajava</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Fraxinus udhei</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Platanus lindemana</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Podocarpus nelsonii</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Grevillae robusto</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Crataegus mexicana</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Prunus capuli</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Populus deltoides</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Saurauia belizensis</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Explicación del Cuadro:

- ✓ - la especie presenta la característica enlistada en la Columna I (ver siguiente página)
- - la especie presenta la característica enlistada en la Columna II
- - en la bibliografía no se describe este carácter para la especie correspondiente
- ◐ - en la literatura no se especifica el tipo de fibra que presenta esa especie
- ◑ - madera dura
- ◒ - madera blanda.

CUADRO No. 15

ESPECIES de los B. Caduc. de la Reg. del Cofre de Perote	Vigas	Duela para piño	Tablas para construcción	Puertas y ventanas	Cercas	Mangos de herramienta	Implementos agrícolas	Cajas de empaque	Ataúdes	Palillos y abateleguas	Combustible	Mesas	Camas	Sillas	Sillones	Puentes
<u>Carpinus carolineana</u>			*		*	*	*				*					
<u>Bursera simarouba</u>					*						*					
<u>Clethra mexicana</u>	*		*	*							*	●	●	●	●	
<u>Liquidambar macrophylla</u>	*	*	*	*								*	*	*	*	
<u>Persea americana</u>			*								*	*	*	*	*	
<u>Erythrina americana</u>					*						*					
<u>Psidium guajava</u>					*											
<u>Fraxinus udhei</u>									*		*	*	*	*	*	
<u>Platanus lindeniana</u>	*		*	*												*
<u>Crataegus mexicana</u>						*	*	*								
<u>Prunus capali</u>						*	*	*								
<u>Populus deltoidea</u>										**						

● muebles infantiles generalmente

\*\* este uso no es de la región

Se han expuesto dos posibles formas de atacar el problema de los usos finales de las maderas y hasta el momento -- únicamente se ha mostrado una metodología para asociar especies por su semejanza. Se planteó que el formar familias usando el Índice de Similitud de Simpson (o cualquier otro método que muestre, de manera objetiva, similitud entre especies) era un camino posible a determinar qué especies eran buenas para un cierto uso final. Esta idea se basa, como ya se ha dicho antes, en la premisa de que si una especie es buena para un uso determinado, todas las especies que a ella se parezcan también lo son. Una forma de probar esta hipótesis es comprobar si -- existe una relación entre los usos que en la Región del Cofre de Perote se da a las especies maderables y los usos que se -- dan a las especies de las mismas familias. Si la hipótesis -- fuese válida, las especies de una familia tendrían prácticamente los mismos usos. Si las especies de una familia tienen diferentes usos puede pensarse que los posibilidades de las distintas maderas no se han explorado en su totalidad en la zona o -- que la metodología no es válida; ambas posibilidades se discuten más adelante.

Para las especies de bosques templados de la Región del Cofre de Perote se formaron cuatro familias; dos de ellas, la de especies del género Pinus y la que contiene a los encinos, son de fácil análisis por ser monogenéricas. Más adelante se hablara de los pinos y los encinos y sus características en relación y sus usos pero no tendría sentido hablar ahora de estas especies en cuanto a los usos de las familias que con ---- ellas se formaron.

Con las especies de Alnus y de Casuarina se formó un grupo. De estos dos géneros, en la zona estudiada se emplea -- muy frecuentemente el aile para combustible, para cercas, para hacer mangos de herramienta y para hacer sillas. Las especies de Casuarina no se aprovechan forestalmente en la Región del Cofre de Perote: se cultivan como plantas de ornato y en ocasiones se plantan para formar cadenas rompevientos. Un examen más detallado de las características de trabajabilidad, de las propiedades físicas y de las propiedades mecánicas permitiría decidir si es factible y conveniente explotar este género forestalmente. En este caso, debido a lo relativamente poco amplio y confiable de los estudios de estos géneros, no es posible decir que la madera de las casuarinas son buen sustituto -- de la de los ailes.

La última familia que se formó con las especies de los bosque templados está constituida por especies de los géneros: Curessus, Juniperus y Abies. No se encontraron usos de -- Juniperus spp. en la zona pero en la bibliografía se encontraron reportes de su frecuente uso en la elaboración de lápices y de algunos muebles rústicos. Los otros dos géneros sí se emplean bastante en la región. Abies religiosa se usa para hacer vigas, tabla para construcción, puertas y ventanas, escaleras,

implementos agrícolas (no en escala comercial), cajas de empaque, ataúdes, para fabricar mueble como mesas y sillas y para combustible. Cupressus lindleyi tiene casi los mismos usos pero no se utiliza para hacer escaleras y es menos común su uso en la elaboración de muebles; el cedro blanco a veces se usa en las carrocerías de los camiones de carga.

El uso de las especies de bosque caducifolio es menos popular y rara vez se hace a nivel comercial; además cada especie tiene pocos usos y generalmente se explota a nivel doméstico. La elección de las especies depende de la variedad de bosque en cada lugar y de la tradición familiar y cultural de sus pobladores.

Los usos más frecuentes para las especies de hoja caudaca son para tablas para la construcción de hogares rústicos, para fabricar muebles rústicos y para combustible, principalmente doméstico. (Ver Cuadro No. 15)

Utilizando los índices de similitud en el caso de las maderas de bosque caducifolio, únicamente se formaron dos grupos. En el primero están incluidos los géneros Dendropanax, Oreopanax y Persea. Únicamente se encontraron ejemplos de utilización de Persea que se emplea en construcción y en elaboración de muebles, también se usa como combustible. Las demás maderas de esta familia posiblemente sólo tengan usos esporádicos. Para asegurar que los tres géneros son equivalentes en cuanto a sus usos potenciales, sería necesario contar con más información sobre sus características de trabajabilidad y sus propiedades físico-mecánicas.

La segunda familia de maderas de bosque caducifolio incluye a los géneros Arbutus, Liquidambar y Platanus. Las maderas de las dos primeras especies tienen un uso bastante semejante, siendo más común y diversificada el uso del Liquidambar. No se observaron ejemplos del uso del género Arbutus. El Liquidambar se emplea en la construcción de casa rústicas y en la fabricación de muebles; el Platanus se usa también en la construcción pero no en ebanistería, a veces se usa para hacer puentes muy rudimentarios.

Los usos más frecuentes de la madera en la Región del Cofre de Perote, corresponden a las áreas de construcción y de ebanistería. Se puede decir que, en general, las maderas de los bosques de coníferas se utilizan para construcciones y ebanistería de más alta calidad que las maderas de árboles caducifolios, explotándose estas últimas en menor escala y de forma más rudimentaria.

Para este análisis se escogieron los siguientes usos: dentro del área de construcción, la elaboración de vigas, tablas para techo y paredes y puertas y ventanas; dentro del ---

Área de la ebanistería se trabajó con mesas y sillas por lo común que es el uso de estos muebles en los diferentes medios sociales.

A cada uso final corresponde una serie de especies que comparte una serie de características y propiedades que la hacen apta para ese uso. El determinar a qué uso conviene destinar cada especie garantiza, hasta cierto punto, que el objeto o estructura con ella elaborado será de alta calidad; esto, junto con un buen trabajado de la madera, evitará desperdicios.

Ya se explicó que una de las formas de encontrar maderas que sean buen material para fabricar un objeto o estructura, es establecer los requisitos del uso final y determinar qué maderas satisfacen estos requisitos. Para poder seguir este método, es indispensable, en primer lugar, establecer los requerimientos del uso o usos que se estén estudiando y, además, tener información confiable y completa sobre las maderas que estén bajo consideración.

El primer paso es difícil y complicado, y para que los requerimientos establecidos sean válidos, es necesario que la experiencia y conocimientos de artesanos, diseñadores y constructores sean aprovechados. Los requerimientos deben ser definidos por equipos interdisciplinarios o por personas con mucha experiencia en la fabricación y diseño del objeto cuyos requisitos se estén estableciendo.

El segundo factor que participa en los estudios de uso final, y que en el caso de este trabajo resultó ser limitante, se refiere a la información que se debe tener sobre las maderas bajo análisis. Los requisitos que se establezcan estarán siempre relacionados con propiedades físicas, propiedades mecánicas y propiedades de trabajabilidad, y es necesario contar con estos datos para decidir si una madera cumple los requerimientos de un uso final o no. Es precisamente sobre estos aspectos de la ciencia y tecnología de la madera, sobre los que se tiene menor información en México.

Webster (1978), quien junto con Brazier es una de las personas que más ha trabajado en el área de usos finales, toma en cuenta las siguientes propiedades y características para definir los requerimientos de los usos finales:

durabilidad natural, gravedad específica, movimiento dimensional, hilo, velocidad de secado, comportamiento durante el secado, efecto sobre las herramientas, comportamiento durante el maquinado, tendencia a exudar resina, tendencia a corroer metales, el que se manche al estar en contacto con metales, el que manche los materiales con los que está en contacto y la textura. Para madera de construcción es también importante la resistencia del material. Al ver los Cuadros No. 10 y No. 14 es evidente que en México se cuenta con una proporción mínima de esta información, lo cual impide que se lleven a cabo estudios sobre los usos potenciales de las maderas nacionales.

En varias partes del mundo se está intentando correlacionar algunas características anatómicas con las propiedades físicas, mecánicas y de trabajabilidad. Si esto se logra será posible llegar a conclusiones válidas sobre los usos potenciales de las especies, haciendo sus descripciones anatómicas; desgraciadamente falta mucho por hacer al respecto y aún no son suficientes, ni mucho menos, las descripciones anatómicas para hacer estudios de uso final.

La falta de información, en particular sobre propiedades mecánicas y tecnológicas acerca de las especies maderables de la región del Cofre de Perote, hizo que no se pudiese hacer un análisis formal de la relación entre las características y los usos de estas maderas.

Sin embargo, si se hizo una revisión, interesante aunque subjetiva, de esta relación. Para lograrlo, se utilizaron los requerimientos establecidos por Webster (1978), modificándolos cuando se juzgaba conveniente debido a conversaciones con técnicos y fabricantes del área de estudio.

Como ya se ha dicho, se trabajó con vigas, tablas para construcción, puertas y ventanas, y mesas y sillas.

Las vigas son elementos constructivos cuya función esencial es de sostén. La madera que se emplee para hacerlas debe ser resistente, no excesivamente dura pues debe ser posible labrarla con relativa facilidad y, de preferencia, debe ser resistente al ataque de hongos e insectos, o fácil de impregnar con agentes preservadores; es también importante que la especie utilizada sea estable dimensionalmente pues esto evitará problemas durante el uso de la es--

estructura. La apariencia estética de las maderas usadas para hacer vigas es irrelevante, siendo para este uso final - los factores limitantes la resistencia, la trabajabilidad y la durabilidad natural (o posibilidad de impregnación). Es tos requisitos son flexibles: la mayor o menor resistencia de la especie determinará el tamaño de viga a emplear y el número de elementos necesarios para sostener la estructura; el que la madera sea más o menos fácil de trabajar forzará al fabricante de vigas a usar herramientas más o menos complicadas; cuando el fabricante no tenga a su alcance la maquinaria adecuada para labrar madera con problemas de trabajabilidad tendrá un rango menor de especies de donde escoger; finalmente, el que una especie sea susceptible al -biodeterioro la hace un mal candidato a ser usada en vigas pues su pudrición destruye la estructura; si la especie es resistente o puede ser tratada, sí es un buen material para hacer vigas. En la región del Cofre de Perote, generalmente se usa madera de Cupressus lindleyi, Abies religiosa, -- Pinus ayacahuite, Pinus spp., Clethra mexicana, Liquidambar macrophylla y Platanus lindeniana.

Estas maderas se han ido seleccionando a través - de tradición de siglos y satisfacen los requerimientos del uso al que se destina.

El punto en el que son más deficientes es en su - durabilidad natural pues van de poco a moderadamente resistentes. Esto trae el inconveniente de que es necesario reponer muchas vigas periódicamente. Sin embargo sólo en casos especiales es posible y ventajoso hacer la inversión, - considerablemente alta, de impregnar las vigas.

El caso de las tablas que se utilizan en la construcción es semejante pero en éste no es importante la resistencia mecánica de la especie.

En las áreas rurales de la región del Cofre de Perote las habitaciones más frecuentes son construcciones rústicas con paredes y techo de madera. Para estos elementos se necesita madera con una alta estabilidad dimensional, -- con alta durabilidad natural y debe ser fácil de trabajar, lo cual implica que no debe desgastar la herramienta, que - debe retener clavos y que no debe astillarse durante el maquinado, entre otros factores.

Las especies comunmente empleadas para hacer tablas para construcción son: Cupressus lindleyi, Abies religiosa, Pinus ayacahuite, Pinus spp., Carcinus caroliniana, Clethra mexicana, Liquidambar macrophylla, Persea americana, y Platanus lindeniana.

Otro de los cinco usos más difundidos de la madera en la región del Cofre de Perote es la elaboración de puertas y ventanas. Estas son desde muy rudimentarias y sencillas hasta muy ornamentadas. Para su fabricación, al igual que para hacer muebles, los carpinteros de la zona usan muy frecuentemente cedro rojo y caoba, quizá en mayor proporción que las especies de la región, por considerar que estas últimas son de menor calidad. Las maderas de Cupressus lindleyi, Abies religiosa, Pinus ayacahuite, Pinus spp., Clethra mexicana, Liquidambar macrophylla y Platanus lindeniana son usadas principalmente.

Los requerimientos para mesas y sillas son prácticamente iguales: la madera ser estable dimensionalmente, fácil de trabajar, debe retener clavos y aceptar amplia variedad de pinturas, barnices y otros acabados. Como su uso comunmente es en interiores, por lo que pocas veces están expuestas a las inclemencias del tiempo, la durabilidad natural pasa a ser un requisito secundario. Las maderas más usadas para este fin son: para mesas - Abies religiosa, Quercus spp., Pinus ayacahuite, Pinus spp., Clethra mexicana, Liquidambar macrophylla, Persea americana y Fraxinus udhei; y para sillas: Alnus spp., Abies religiosa, Quercus spp., Pinus spp., Clethra mexicana, Liquidambar macrophylla, Persea americana y Fraxinus udhei.

Es interesante hacer notar que, aunque en los bosques de la región del Cofre de Perote hay una considerable diversidad de especies maderables, son sólo once las que comunmente se utilizan por los pobladores de la zona. Esta selección ha sido producto de la experiencia adquirida por los artesanos y habitantes del lugar desde hace varios siglos y no debe menospreciarse sino que es necesario rescatar estos conocimientos populares y aplicarlos en todos los que se plantean con objeto de mejorar el aprovechamiento de la madera de la región del Cofre de Perote.

## DISCUSION

El factor que determinó los resultados obtenidos y las conclusiones alcanzadas en este trabajo fue el haber obtenido la información sobre las maderas de la región del Cofre de Perote. Esta decisión tuvo la enorme desventaja de que se acumularon datos no uniformes, obtenidos bajo -- criterios y condiciones diferentes por lo que se dificultó el análisis de datos, algunas especies no se pudieron to-- mar en cuenta y faltaron datos importantes, sobre todo de aspectos físicos y mecánicos. Sin embargo, el hacer la re-- visión bibliográfica fue lo que hizo posible hacer este ti-- po de análisis pues, si se hubiese optado por hacer las -- descripciones del xilema y los estudios físico-mecánicos - de las especies, no se habría podido hacer un análisis tan amplio; habría sido necesario plantear otros objetivos y - el enfoque de la tesis habría sido diferente. Además, la revisión bibliográfica proporcionó un panorama general so-- bre la situación actual de las investigaciones en el campo de la ciencia y tecnología en México.

Los resultados obtenidos al comparar maderas me-- diante el Índice de Similitud de Simpson son una muestra - de lo poco eficaz que es el buscar maderas para un uso fi-- nal cualquiera comparando especies con otras previamente - utilizadas de esa forma. Afortunadamente este método es - cada vez menos popular; se ha visto que no se puede afir-- mar que la semejanza de una especie a otra es garantía de que ambas den el mismo resultado cuando se las emplea para el mismo fin.

Conviene hacer notar algunas discrepancias obser-- vadas entre lo obtenido al formar las familias y lo detec-- tado sobre los usos de las especies en la región del Cofre de Pero. Todas las especies de encinos quedaron incluidas en un mismo grupo lo cual parecía probar que todos pueden ser utilizados indistintamente. Sin embargo, en las visi-- tas a centros madereros de la región, se encontró que una gran parte de los carpinteros y madereros distingue entre dos tipos de encino: rojos y blancos, y que dan distintos usos a cada tipo. Esto quita fuerza a la validez de agru-- par los encinos únicamente por cierta semejanza. Probable-- mente, para algunos usos sí será indiferente el que un en-- cino sea rojo o blanco pero, en otros casos, una especie - de un grupo será mejor que una del otro para cierto uso fi-- nal. La experiencia de los que trabajan con madera no de-

be ser despreciada sino tomada en cuenta al hacer estudios de uso final.

Otro caso que muestra lo deficiente que es el método de índices de similitud, es el de el Pinus ayacahuite; esta especie es considerada de mejor calidad que el resto de los pinos por usuarios, madereros y carpinteros, pero esta particularidad la ocultan los índices de similitud. El problema está en que al calcular el índice, no se pueden tomar en cuenta todas las características y propiedades de las especies y cuando las que se eliminan resultan ser importantes, se resta validez al significado que pueda atribuirse al hecho de que dos o más especies sean, aparentemente muy semejantes.

Otra deficiencia del método es lo ambiguo que resultó ser en ocasiones. Por ejemplo, en el caso de Juniperus lindleyi, Cupressus lindleyi, Abies religiosa y Pinus sp., en que parecía factible formar familias más grandes, agrupando aquellos en los que se incluyeron estas especies, si se hubiera tenido más información.

En el caso de Juniperus lindleyi y de Cupressus lindleyi el método también resultó inútil pues hizo equivalentes dos maderas distintas y con diferentes usos actuales y potenciales.

Es claro que, si se desea hacer estudios de uso final o buscar sustitutos para algunas maderas, no basta basarse en semejanzas sino que hay que hacer un cuidadoso estudio de los requerimientos de cada uso y buscar maderas que los satisfagan.

Para que este tipo de trabajo sea posible, es necesario, primero, tener información muy completa y muy confiable de las especies maderables mexicanas y, segundo, establecer los requerimientos de los usos finales que los estudios de mercado muestren sean los más solicitados en el país.

Con la información publicada actualmente, no se pueden determinar los usos finales óptimos para las maderas del país, excepto en el caso de muchas especies de pinos.

Uno de los aspectos más interesantes de esta investigación fue el observar las consecuencias que las acciones de la Subsecretaría Forestal y de la Fauna tienen sobre los dos tipos de bosque predominantes en la Región del Cofre de Perote: los bosques templados y los bosques caducifolios.

El que los técnicos forestales conozcan técnicas de manejo selvícola para bosques de coníferas que han podido aplicar a los bosques templados de la zona, aunado al hecho que la madera de pino sea la mejor conocida y la más utilizada, ha favorecido a los bosques templados de la zona y ha perjudicado a los demás tipos de bosque, en particular a los bosques caducifolios. En los bosques de pino sí se aplican técnicas de manejo forestal y existe una preocupación constante por optimizar su explotación, buscando que se conserve el recurso y que se mejoren el corte, transporte y sistemas de venta del producto.

Las especies de bosque caducifolio no se consideran maderables pues sus usos potenciales no se conocen y no se toma en cuenta la tradición que existe en la región de uso de algunas maderas de este bosque. Esta tradición de cientos de años es una prueba constante del valor de las maderas de los bosques caducifolios e indica que es posible explotarlos forestalmente, en mayor escala. Al no considerar estos bosques una valiosa fuente de madera, la Subsecretaría Forestal y de la Fauna no ha desarrollado programas de reforestación de especies caducifolias y no tiene una verdadera preocupación por conservar el recurso. Los bosques caducifolios de la Región del Cofre de Perote se han talado al grado que sólo son relictos de un tipo de vegetación otrora muy abundante.

La situación del bosque templado y su aprovechamiento y consecuente conservación parecen marchar por buen camino. Sin descuidar los esfuerzos que en este campo se hacen, es urgente determinar de qué manera se puede explotar racionalmente al bosque caducifolio. En cuanto a este último punto sería interesante contemplar estudios encaminados a diseñar formas de explotación múltiple que eliminen en el mayor grado posible el problema de alta diversidad de especies en el bosque caducifolio.

No existen planes de aprovechamiento de bosques caducifolios pero sí hay varios proyectos referentes a los bosques de pino. Estos han provocado mucha controversia en la zona pues hay distintas opiniones sobre lo que se debe hacer con el recurso forestal. Estos problemas y discusiones se han desarrollado principalmente en torno a los bosques del Cofre de Perote; se tienen tres puntos de vista principales: un sector desea que se realicen estudios científicos en la zona conducentes a conservar el recurso y desea rescatar el Parque Nacional del Cofre de Perote, en este caso se presta relativamente poca atención al nivel de vida de los pobladores del bosque y a la utilización de la madera; el segundo sector hace énfasis en mejorar los sistemas de explotación maderera y está interesado en mejorar el nivel socio-económico de los habitantes de la región; finalmente se tiene un proyecto muy ambicioso que pretende reestructurar el sistema actual de explotación forestal en la zona implementando una industria maderera que utilice los pinos del Cofre de Perote y en la que participen los ejidatarios y pequeños propietarios, el sector privado y el sector oficial.

Las tres actitudes tienen ventajas y desventajas. Todas ellas tienen la firme intención de mejorar la situación ecológica de los bosques templados de la Región del Cofre de Perote y el nivel de vida de sus habitantes; sin embargo los tres descuidan aspectos importantes que pueden disminuir considerablemente el valor de su labor. En el primer caso, la preocupación científica deja en lugar secundario a los factores económicos cuando, dada la realidad nacional, estos son de primordial importancia. En el segundo caso se descuidan los factores ecológicos y se practican daños a los bosques lo que puede impedir el rendimiento sostenido. El tercer proyecto es demasiado ambicioso para la crisis económica por la que atraviesa el país y contempla la importación de tecnología, (para el establecimiento de un vivero y de la empresa) lo cual perjudicaría a México.

La conjunción de esfuerzos e ideas daría la solución a este conflicto de opiniones y beneficiaría al recurso forestal. Se de esperarse que el recientemente formado Subcomité Especial del Cofre de Perote proporcione esta unión interdisciplinaria, y, a través de ella el aprovechamiento racional de tan valioso recurso.

## CONCLUSION

Este trabajo ha proporcionado un panorama general de la situación en la que actualmente se encuentra el aprovechamiento de la madera de la Región del Cofre de Perote - en el estado de Veracruz.

La gran mayoría de los fenómenos observados puede hacerse extensiva a otras regiones boscosas de país por lo que esta tesis puede servir como antecedente a futuros trabajos, no sólo en la región estudiada sino en otras partes de México.

Uno de los principales factores que actúan en detrimento del aprovechamiento de las distintas maderas de la región es la falta de conocimientos científicos y tecnológicos que sobre ellas se tiene. Este problema no afecta únicamente a la utilización de las maderas de la región de estudio sino, como lo muestran los datos proporcionados en la introducción, a todo el recurso forestal del país.

Urge aumentar la cantidad de investigaciones en esta área. Es muy importante que crezca rápidamente la información sobre anatomía de xilema, propiedades físicas y mecánicas y características tecnológicas de las maderas mexicanas; y es indispensable que esta información esté a disposición, no sólo de científicos, sino también de técnico y usuarios de madera.

La selección de especies para estudio debe considerar la potencialidad maderable de las mismas. Sería conveniente empezar por estudiar maderas que se sepa existen en volúmenes suficientes para justificar y permitir una explotación forestal, y tener alguna indicación de que sí hay mercado para estas especies. De esta forma, investigaciones que aparentemente son puramente teóricas, adquieren un alto valor práctico. Es difícil lograr esto pues se requiere de proyectos paralelos en las áreas de ciencia y tecnología de la madera, ecología y manejo de bosques y mercadotecnia; es imposible separar estas áreas si se desea lograr un aprovechamiento racional del recurso forestal que permita conservarlo y a la vez elevar el nivel de vida de los sectores de la población en contacto con él.

También es necesario zanjar la diferencia que existe entre los avances obtenidos en los estudios de anat

mía y en los de propiedades físico-mecánicas y características tecnológicas que son mucho menores. El no tener más que información anatómica de una especie impide la posibilidad de hacer estudios de uso final, pues para estos es indispensable contar con información sobre las demás propiedades y características; esto será cierto hasta que se demuestre una clara correlación entre la anatomía de la madera y su comportamiento. De momento es importante fomentar los cálculos de propiedades físicas y mecánicas de las especies maderables mexicanas, preferentemente empezando por aquellas cuya anatomía ya ha sido descrita y cuya mercantilización se considere posible.

La gravedad específica es un dato muy importante pues ya se ha demostrado su íntima relación con algunas propiedades de la madera. Como el cálculo de éste dato es fácil y no requiere de aparatos especializados, sería bueno que todo aquél que decida trabajar con una especie maderable, ya sea describiendo su xilema, examinando su durabilidad natural, determinando sus propiedades mecánicas o investigando sus características tecnológicas, calculara la gravedad específica de su material. Así se contribuiría de manera importante al conocimiento del recurso maderable, generando información de gran utilidad para todos los que trabajan por optimizar la utilización de la madera en México. Acuerdos de este tipo requerirían la formación de organizaciones nacionales de investigación en ciencia y tecnología de la madera.

Es importante recalcar que para lograr diseñar formas de manejo racional de los distintos tipos de bosque, es necesario integrar los esfuerzos en las áreas de anatomía, estudios físico-mecánicos y estudios de trabajabilidad. El trabajo a realizar es interdisciplinario y debe terminarse con la perjudicial práctica de hacer estudios de cualquier tipo sobre maderas mexicanas sin tomar en cuenta las demás áreas relacionadas con el recurso forestal. En las investigaciones a mediano y largo plazo sobre utilización de la madera deben participar biólogos (anatomistas, taxónomos, entomólogos, ecólogos, etc.), economistas, sociólogos, ingenieros, arquitectos, y diseñadores industriales. Las instituciones relacionadas con el problema deben contar con equipos interdisciplinarios y colaborar entre sí. La colaboración interinstitucional terminaría con las deficiencias de cada institución y permitiría avances rápidos en el campo de ciencia y tecnología de la madera, lo cual es necesari-

rio para lograr un aprovechamiento racional del recurso forestal.

Estudios de uso final permitirían diversificar el mercado de maderas quitando presión a las especies sobreexplotadas, como el pino, el cedro rojo y la caoba. Un paso importante para lograr este tipo de estudio sería hacer tablas de requerimientos de los usos más comunes de la madera en México. El establecer dichos requerimientos es labor de técnicos, ingenieros, arquitectos y diseñadores industriales principalmente.

A medida que aumente la información disponible sobre las características y propiedades de las especies maderables se volverá más factible establecer relaciones entre los usos finales y las diferentes maderas del país.

El estudio realizado en la Región del Cofre de Perote permite enunciar, a manera de conclusión, algunas posibles medidas, a mediano y largo plazo, a seguir por institutos de investigación como el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y el Instituto Nacional de Investigaciones Sobre Recursos Bióticos, y por Secretarías de Estado, en especial por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Estas propuestas se hacen con base en la situación del aprovechamiento de la madera en la zona de estudio, pero podrían aplicarse en otras partes de México, en los que existan los mismos tipos de vegetación. A continuación se presentan estas recomendaciones e ideas sobre posibles caminos a seguir para lograr un mejor aprovechamiento de la madera en la Región del Cofre de Perote.

En relación a los bosques templados se considera necesario:

1.- Terminar con la tendencia al establecimiento artificial de bosques de pino monoespecíficos, que aumentan el riesgo de ataque de plagas y maximizan el efecto de las plagas específicas que dañarían a toda la comunidad y no sólo a una de sus especies.

2.- Fomentar el uso del aile y del encino que juegan un importante papel en la ecología de los bosques templados mixtos y cuya madera tiene un alto valor en la construcción (principalmente interiores), la ebanistería y como combustible, tanto a nivel doméstico como industrial.

3.- Mejorar las formas de transporte y distribución de madera para favorecer económicamente a los ejidatarios pequeños propietarios explotadores del recurso forestal.

4.- Ejercer un mayor control sobre los precios de la madera en bruto y la madera procesada para beneficiar -- tanto a los dueños de los bosques como a los usuarios de la madera.

5.- Aumentar la superficie forestal protegiendo la regeneración natural y reforestando artificialmente.

6.- Recuperar el Parque Nacional del Cofre de Perote como elemento de conservación de la biosfera y para -- permitir realizar investigaciones de tipo básico que posteriormente puedan ser fundamento de diseño de sistemas de manejo silvícola.

En relación a los bosques caducifolios se considera necesario:

1.- Determinar cuáles de sus especies son maderables y tienen mercado potencial a través de estudios anatómicos, físico-mecánicos y de mercado. Esto sería un proyecto a largo plazo que incluiría estudios de uso final.

2.- Reforestar algunas zonas para evitar que desaparezca el bosque caducifolio. Sería muy conveniente establecer una zona de reserva o parque nacional.

3.- Es importante que se lleven a cabo estudios -- florísticos, clasonómicos y forestales en este tipo de vegetación, pues sin ellos no se podrán establecer sistemas de manejo.

4.- Conviene explorar la posibilidad de explotar -- muchas maderas de bosque caducifolio en conjunto, despreciando el que sean de diferente especie biológica para evitar talas selectivas que provocan la desaparición de las especies favoritas. Este uso múltiple es una posibilidad lejana, pues su realización implica estudios profundos y tecnología especializada, pero es muy atractivo.

5.- Es muy probable que en los bosques caducifolios se localicen importantes fuentes de combustible y de pulpa para papel. En estos aspectos de aprovechamiento de la madera no se ha hecho mucho énfasis en esta tesis, pero son muy importantes para la economía del país y además es posible que en ellos resida el valor de este tipo de vegetación como recurso forestal.

Si se logra optimizar el aprovechamiento de la madera, minimizando desperdicios y maximizando los beneficios económicos obtenidos por los verdaderos dueños del recurso, se habrá avanzado considerablemente en la conservación de los bosques.

Estudiar las distintas especies maderables, establecer sus usos más apropiados, diseñar formas de explotar las especies maderables y aprender técnicas de manejo silvícola adecuadas para los bosques nacionales, es la manera de conservar el recurso forestal del país.

"... de la permanencia de los bosques en la Tierra depende, entre otras cosas, la permanencia del Hombre".

## APENDICE I.

En este apéndice se presenta una lista de las especies arbóreas de la Región del Cofre de Perote. Como ya se ha explicado, esta lista se elaboró consultando el listado de especies para el Estado de Veracruz del Herbario del Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos.

En los casos en los que existen publicaciones sobre estudios de anatomía del xilema de la especie, se incluyeron los datos pertinentes, obtenidos de diversas fuentes que se citan en la bibliografía; estos datos fueron los que se utilizaron durante la elaboración del trabajo.

Las especies se presentan en orden alfabético, agrupadas según la familia a la que pertenecen; las familias también se presentan alfabéticamente.

En esta lista aparecen especies características de bosques templados, caducifolios y tropicales; además, se incluyen algunas especies que no son propias de los tipos de vegetación de la zona pero que han sido introducidas.

## ANACARDIACEAE

Comocladia engleriana Loes.

Mangifera indica L.

Pistacia mexicana H.B.K.

Spondias mombin L.

Nombre común: jobo, jobo espino, ciruelo amarillo.

Descripción general del árbol: Es un árbol de quince a veinte metros de altura. Tiene hojas pinadas con once a veinte hojuelas elípticas de 10 a 13 cm de longitud. Los frutos son amarillentos y miden de 3 a 4 cm de diámetro; su sabor es ácido.

Distribución: Habita en lugares de clima cálido, principalmente al sur del país.

Características macroscópicas del xilema: Esta madera es de color blanco, con vetas castañas. No tiene olor ni sabor característicos. El lustre es mediano o alto. Presenta un cutedado suave o pronunciado. La textura es mediana y el hilo recto. Los anillos de crecimiento son conspicuos y los poros son visibles a simple vista.

Características microscópicas del xilema: La porosidad es difusa. Los poros son poco numerosos ( $\bar{X} = 7$  por  $\text{mm}^2$ ) y el diámetro tangencial mediano ( $\bar{X} = 76$  u); se presentan solitarios, en grupos múltiples radiales de dos a seis, y en conjuntos de tres a seis. Los vasos son de longitud mediana ( $\bar{X} = 850$  u). Las puntuaciones son aeroladas alternas y la platina de perforación es simple.

El parénquima axial es vasicéntrico.

Los rayos son de tipo heterogéneo; uniseriados y poliseriados. Algunos de ellos presentan canales resiníferos. Los rayos son poco numerosos ( $\bar{X} = 6$ ) y medianos ( $\bar{X} = 703$ ).

La especie presenta fibrotraqueidas de longitud mediana ( $\bar{X} = 1161$  u), con diámetro mediano ( $\bar{X} = 31$  u) y de paredes muy delgadas ( $\bar{X} = 4$  u).

#### ANNONACEAE

Annona cherimola Mill.

Annona globiflora Schl.

Annona purpurea Moc. et Sess.

#### APOCYNACEAE

Aspidosperma megalocarpon Muell. Arg.

Nombre común: volador, ballester, chicha, chiche colorado, huichiche.

Descripción general del árbol: Es un árbol que alcanza hasta sesenta metros de altura. Tiene un jugo lechoso rojo. Sus hojas son alternas, oblongas, brillantes, algo coriáceas y lisas; miden de 12 a 22 cm de largo. El fruto es ovado, algo asimétrico, aterciopelado por fuera y alcanza 18 cm de largo. Las semillas son comprimidas y aladas.

Distribución: Veracruz, Oaxaca, Chiapas, Campeche, Yucatán y Quintana Roo.

Características macroscópicas del xilema: No existen diferencias apreciables entre la albura y el duramen de esta especie; la madera es color amarillo pálido con vetas rosado intenso. No presenta olor característico y su sabor es amargo. El lustre es mediano, el veteado suave, la textura fina y el hilo recto. Los

anillos de crecimiento son semiconspícuos.

Características microscópicas del xilema: La porosidad es difusa; los poros se presentan solitarios y en grupos múltiples radiales, tangenciales u oblicuos. Son numerosos (entre once y veintitres por mm ) y de diámetro pequeño (entre 65 y 171 u). Los elementos de vaso son largos (de 605 a 1 451 u), con -- puntuaciones aeroladas alternas y platina de perforación -- simple.

Presenta parénquima axial difuso y en bandas cortas de una sola hilera de células. Se observan cristales romboidales en las células de parénquima axial y radial.

Los rayos son de tipo homogéneo; uniseriados y biseriados. Hay de seis a doce rayos por mm . Los rayos biseriados miden entre 186 y 474 u.

Las fibras son largas (entre 1 020 y 2 640 u), de diámetro mediano (entre 18 y 34 u) y de paredes gruesas (entre 2 y 21 u).

Stenmadenia galeottiana (Rich.) Miers.

Tonduzia parviflora Pitier.

#### ARALIACEAE

Dendropanax arboreum (L.) Dec. et Planch.

Nombre común: cajeta, hoja fresca, mano de danta, palo de danta, mano de león.

Descripción general del árbol: Es un árbol de hasta veinte metros de altura. Las hojas son alternas, largamente pecioladas, ovadas y a veces con tres a cinco lóbulos. Las flores son pequeñas, amarillentas y se producen en umbelas. El fruto es globoso, mide unos 6 mm de diámetro y es de color negro.

Distribución: Se localiza de Nayarit a Tamaulipas, en Veracruz, Chiapas y Quintana Roo.

Características macroscópicas del xilema: La madera es blanca; no presenta olor ni sabor característicos. El lustre es mediano a alto, el veteado es suave, la textura mediana y el hilo recto. Los anillos de crecimiento son poco conspícuos. Los poros, el parénquima y los rayos pueden percibirse a simple vista.

Características microscópicas del xilema: La porosidad es difusa. Los poros se encuentran solitarios, en múltiples de dos a ocho y agrupados de dos a cinco; son numerosos. Los elementos de vaso son largos ( $\bar{X} = 129$  u); sus puntuaciones son aeroladas, escaleriformes y la platina de perforación es escaleriforme.

El parénquima axial es vasicéntrico.

Los rayos son de tipo heterogéneo; uniseriados y poliseriados. Son poco numerosos ( $\bar{X} = 4$  por mm) y bajos ( $\bar{X} = 422$  u). Algunos presentan canales.

La mayoría de las fibras son fibrotraqueídas pero hay algunas fibras libriformes. Las fibras son medianas ( $\bar{X} = 1490$  u), de diámetro mediano ( $\bar{X} = 31$  u) y de paredes delgadas ( $\bar{X} = 7$  u).

Oreopanax echinops (Cham. et Schl.) Decne. et Planch.

Oreopanax liebmanni Marchal.

Oreopanax xalapense Decne.

Nombre común: acubisi, jabnal, mano de danta, mano de león, mano de tigre, xocotamal.

Descripción general del árbol: Es un arbusto o árbol pequeño de unos siete metros de altura. Las hojas son largamente pecioladas, pinadas, con cinco o nueve hojuelas oblongo-lanceoladas. Las flores se presentan en racimos de cabezuelas.

Distribución: Se localiza en Veracruz, Jalisco y Chiapas.

Características macroscópicas del xilema: La madera es de color blanquecino a castaño pálido con tintes verdosos. No presenta olor ni sabor característicos. El lustre es mediano, el vetado es suave a pronunciado; la textura es fina a mediana y el hilo es entrecruzado. Los anillos de crecimiento son conspicuos.

Características microscópicas del xilema: La porosidad es difusa. Los poros están solitarios y en cadenas de dos a ocho; al principio de cada anillo se observa una hilera de poros que son del mismo tamaño que los del resto del anillo. Los poros son muy numerosos ( $\bar{X} = 38$  por mm) y con un diámetro pequeño ( $\bar{X} = 73$  u). Los elementos de vaso son largos ( $\bar{X} = 893$  u). Las puntuaciones son aeroladas y están dispuestas irregularmente. Las platinas de perforación son simples y escaleriformes con tres a seis barras.

El parénquima axial es unilateral y escaso.

Los rayos son de tipo heterogéneo; uniseriados y poliseriados. Son poco numerosos ( $\bar{X} = 4$  por mm). Los rayos poliseriados son de altura mediana ( $\bar{X} = 604$  u).

Esta especie presenta fibrotraqueidas de longitud mediana ( $\bar{X} = 1394$  u), de diámetro mediano ( $\bar{X} = 39$  u) y con paredes delgadas ( $\bar{X} = 6$  u).

#### BETULACEAE

Alnus acuminata H.B.K

Alnus arguta (Schl.) Spach.

Nombres comunes: ilite, ailite, aile.

Descripción general del árbol: Es un árbol hasta de treinta metros de altura. Presenta hojas alternas, elípticas y ovadas, con nervaduras paralelas y bordes aserrados. Las flores son unisexuales y apétalas. El fruto es un conito leñoso de 2-3 cm.

Distribución: Se localiza desde Tamaulipas hasta Veracruz, Oaxaca y Chiapas.

Características macroscópicas de la xilema: La madera es de color castaño rosáceo sin que exista diferencia entre la albura y el duramen. No presenta olor ni sabor característicos. El lustre es alto, la textura es gruesa, el hilo recto y el ve-teado pronunciado. Los anillos de crecimiento son conspicuos.

Características microscópicas del xilema: La porosidad es difusa. Los poros son visibles con lupa y se encuentran solitarios y en grupos radiales. Son extremadamente numerosos ( $\bar{X} = 40$  por mm). Los vasos tienen un diámetro pequeño ( $\bar{X} = 7$  u) y son largos ( $\bar{X} = 1013$  u). Presentan puntuaciones aeroladas alternas y platina de perforación escaleriforme.

Presenta parénquima apotraqueal difuso y paratraqueal vasicéntrico.

Esta madera contiene fibrotraqueidas y fibras libri-formes. El diámetro de las fibras es mediano ( $\bar{X} = 32$  u) la longitud también es mediana ( $\bar{X} = 1283$  u) y la pared es delgada ( $\bar{X} = 6$  u). Presentan puntuaciones simples y airoladas.

Los rayos son heterogéneos, hay uniseriados y poliseriados; hay muy pocos ( $\bar{X} = 11$  por mm). Pueden ser bajos o muy altos (de 5 mm a 2 cm), los rayos uniseriados tie-

nen 13 células de altura. El ancho Promedio es de 254 u.

Propiedades físicas: La madera de aile es blanda: su gravedad específica PA/VV es de 0.37 a 0.41. Su contracción radial es de 1.6% y en dirección tangencial es de 3.3% (CT/CR=1.7).

Alnus jorullensis H.B.K.

Nombres comunes: ilite, aile, ailite.

Descripción general del árbol: Es un arbolillo de hojas coriáceas, dentadas. Las flores masculinas se presentan en ametos. El fruto es un conijillo leñoso de 15 mm de longitud.

Distribución: Se le encuentra en los estados de Veracruz, - Hidalgo y México.

Características macroscópicas del xilema: Esta madera no -- presenta olor ni sabor característicos. El lustre es alto, la textura fina, el veteado pronunciado y el hilo recto a ondulado.

Características microscópicas del xilema: La porosidad es -- difusa; los poros se encuentran distribuidos al azar. Se presentan solitarios y en grupos radiales de dos a tres, Son extremadamente numerosos ( $\bar{X}=56$  por  $\text{mm}^2$ ). Los vasos son largos ( $\bar{X}=810$  u), con diámetro pequeño ( $\bar{X}=11$  u). Las puntuaciones son aeroladas y las platinas de perforación escalariiformes con diez barras o más.

El parénquima apotraqueal se presenta difuso o en agregados difusos.

Esta especie presenta de diez a doce rayos bise--riados por mm; son moderadamente altos ( $\bar{X}=543$  u).

Las fibras son libriformes y moderadamente largas ( $\bar{X}=1\ 232$  u).

Características físicas: El peso específico anhidro de esta madera es de 0.338  $\text{gr}/\text{cm}^3$ .

La contracción volumétrica de verde a anhidro es de 9.0%. La contracción en dirección tangencial de verde a anhidro es de 5.9%. En dirección radial, la contracción de verde a anhidro es de 2.8%. La contracción longitudinal, de

un contenido de humedad de 14.9% al estado anhidro, es de 0.245%.

Propiedades mecánicas: Se presentan resistencias bajas a moderadas.

Carpinus caroliniana Welt.

Nombres comunes: pepinque, pipinque, huichin, huichancillo, palmillo.

Descripción general del árbol: Es un árbol de doce a veinte metros de altura. Las hojas son alternas, oblongo-ovadas, acuminadas y doblemente aserradas. Las flores masculinas están en amentos de 2 a 3 cm. El fruto está sostenido por brácteas foliáceas, trilobadas.

Distribución: Esta especie se localiza en los estados de Puebla, Hidalgo, San Luis Potosí, Veracruz, México, Chiapas, Oaxaca, Michoacán, Jalisco, Guerrero, Nayarit, Colima, Nuevo León y Tamaulipas.

Características macroscópicas del xilema: La madera es de color pardo rojizo pálido, siendo la albura un poco más clara que el duramen. El lustre es alto. No presenta olor ni sabor característicos. El hilo es recto a moderadamente ondulado. La textura es fina.

Características microscópicas del xilema: La porosidad es difusa; los poros son muy numerosos y de forma ovalada. Se encuentran solitarios y agrupados en hileras radiales o en ramos de dos a seis. Los elementos de vaso son medianos; presentan abundantes puntuaciones aeroladas, alternas. Las platinas de perforación son simples. Hay engrosamientos en espiral.

Hay fibras libriformes medianas a moderadamente largas ( $\bar{x}=1\ 565$  u), el diámetro es pequeño ( $\bar{x}=19$  u) y la pared es delgada ( $\bar{x}=4.2$  u). Presentan escasas puntuaciones simples y pequeñas.

El parénquima puede apreciarse a simple vista. Hay parénquima apotraqueal difuso y en bandas tangenciales irregulares. Hay cristales poliédricos y abundantes gomas en el parénquima longitudinal y de rayo.

Los rayos son muy numerosos; son homogéneos de tipo III, son bi y triseriados y de seis células o más de ancho. También puede haber rayos uniseriados muy pequeños.

Características de trabajabilidad: Es moderadamente dura, -  
no se astilla al traba--  
jarse y presenta una resistencia moderadamente alta al des-  
gaste. Es fácil conseguir un buen acabado mediante la apli-  
cación de barnices. Es fácil de secar.

Ostrya virginiana (Winkl.) Macbr.

#### BIGNONIACEAE

Jacaranda acutifolia Humb. et Bonpl.

Nombre común: jacaranda.

Características macroscópicas del xilema: Es de color casta  
ño pálido. No pre-  
senta olor ni sabor característicos. El hilo es recto a in-  
clinado, el lustre es mediano, el veteado es suave y la tex-  
tura es fina a mediana. Los anillos de crecimiento son cons-  
picuos. (Descripción elaborada con la muestra de la Xilote-  
ca Faustino Miranda de LACITEMA-INIREB).

Jacaranda mimosifolia Dom.

Spathodea campanulata Beauv.

#### BOMBACACEAE

Hampea integerrima Schl.

S.M.

Pseudobombax ellipticum (Kunth.) Dugand.

Nombre común: amapola cedreada.

Características macroscópicas del xilema: Tanto la albura -  
como el duramen -  
son de color amarillo. Esta madera no presenta olor ni sa-  
bor característicos. El lustre es bajo, el veteado suave y  
la textura mediana. El parénquima y los rayos son visibles  
a simple vista.

Características microscópicas del xilema: La porosidad es -  
difusa. Los poros  
se encuentran solitarios y en agrupaciones radiales. Son po-  
co numerosos ( $\bar{X}=3.82$  por  $\text{mm}^2$ ) y de diámetro moderadamente  
pequeño ( $\bar{X}=219$  u). Los elementos de vaso son medianos ----  
( $\bar{X}=549.4$  u). Las puntuaciones son areoladas alternas y la -  
platina de perforación es simple.

El parénquima apotraqueal se encuentra en agrega-

dos difusos y el parénquima paratraqueal es vasicéntrico.

Los rayos son bi y triseriados; se observa un promedio de seis por  $\text{mm}^2$ . Son de altura mediana ( $\bar{X}=557.98$  u).

Las fibras son libriformes, extremadamente largas ( $\bar{X}=2163$  u), de diámetro ancho ( $\bar{X}=6.9$  u) y con paredes de grosor mediano.

#### BORRAGINACEAE

Brunellia mexicana Stand.

Tournefortia glabra L.

#### BURSERACEAE

Bursera simaruba Sarg.

Nombres comunes: cohuite, chaca, jiote, palo colorado, palo jiote, palo mulato, palo retinto.

Descripción general del árbol: Es un árbol resinoso que alcanza hasta veinticinco metros de altura. Su corteza es color castaño, lisa y exfoliable. Tiene hojas compuestas con cinco a siete hojuelas de forma variable, generalmente ovada a oblonga. Las flores son verdosas a amarillentas.

Distribución: Habita desde Sinaloa a Tamaulipas, en Veracruz, Yucatán y Chiapas.

Características macroscópicas del xilema: La madera es de color amarillento pálido con bandas blancas. No presenta olor ni sabor característicos. El lustre es alto, el veteado suave, la textura mediana y el hilo recto. Los poros, rayos y anillos de crecimiento son visibles a simple vista.

Características microscópicas del xilema: La porosidad es difusa. Los poros se encuentran solitarios y en grupos radiales de dos y tres; son poco numerosos ( $\bar{X}=15$  por  $\text{mm}^2$ ) y de diámetro pequeño ( $\bar{X}=33$  u). Los elementos de vaso son de longitud mediana ( $\bar{X}=490$  u); tienen puntuaciones areoladas y platinas de perforación simples.

El parénquima es vasicéntrico y marginal. Se observan cristales romboidales en las células de parénquima, tanto axial como radial.

Los rayos son de tipo heteroréneo; uniseriados y

poliseriados. Algunos presentan canales. Los rayos son poco numerosos ( $\bar{X}=5$  por  $\text{mm}^2$ ) y muy bajos ( $\bar{X}=130$  u).

Esta especie presenta fibrotraqueídas muy cortas ( $\bar{X}=13$  u), de diámetro fino ( $\bar{X}=24$  u) y con paredes delgadas ( $\bar{X}=6$  u).

#### CASUARINACEAE

##### Casuarina equisetifolia L.

Nombres comunes: casuarina, pini, pino marítimo.

Descripción general del árbol: Es un árbol que alcanza -- quince metros de altura y -- más. Las hojas están representadas por escamitas agudas -- en los nudos. El fruto es un conito.

Distribución: Esta especie es originaria de Australia y -- cultivada en México para reforestación, barreras rompe-vientos y como árbol ornamental.

Características macroscópicas del xilema: La madera es de color castaño -- rojizo. No presenta olor característico; su sabor es algo picante. El hilo es recto a ondulado, el veteado es pro-- nunciado, el lustre es bajo a mediano y la textura es áspera. A simple vista se perciben bandas de parénquima.

#### CLASTRACEAE

##### Perrotetia longistylis Rose

##### Zinowiewia concinna Lund

Nombre común: gloria, palo blanco.

Descripción general del árbol: Es un árbol de unos ocho metros de altura. Sus hojas son ovadas o lanceoladas de 6 a 11 cm de largo por 2 a 5 cm de ancho, acuminadas, con base aguda y decurrente. Presenta inflorescencias en cimas subsésiles, las flores tienen cinco pétalos ovalados de 1.3 a 1.7 mm. El fruto es sublacado, ablongo eléptico, apliculado, de aproximadamente 2cm. Las semillas son linear oblongas de 8 a 10 mm.

Distribución: Se localiza en Veracruz, Morelos, Michoacán y México.

Características macroscópicas del xilema: No hay diferencias entre albu--

ra y duramen; la madera es de color castaño pálido con abundantes bandas blancas de parénquima. No presenta olor ni sabor característicos. El lustre es bajo, el vetado suave la textura mediana y el hilo recto. El parénquima y los rayos pueden apreciarse a simple vista.

Características microscópicas del xilema: La porosidad es difusa. Los poros se presentan solitarios, en ocasiones en múltiples radiales tangenciales y oblicuos de dos y tres y pocas veces en grupos de tres y cuatro. Los poros son numerosos, encontrándose un promedio de diez y siete por  $\text{mm}^2$ . El diámetro tangencial de los vasos es pequeño ( $X=83$  u) y su longitud es mediana ( $X=584$  u). Las puntuaciones son aeroladas alternas y las platinas de perforación son simples.

Esta especie presenta parénquima axial en bandas. Se observan escasos cristales romboidales en ambos tipos de parénquima.

Los rayos son de tipo heterogéneos, uniseriados y poliseriados. Son muy numerosos ( $X=11$  por  $\text{mm}^2$ ) y de altura mediana ( $X=608$  u).

Las fibras son libriformes, largas ( $X=1417$  u), de diámetro mediano ( $X=30$  u) y con paredes de grosor delgado ( $X=6$  u).

#### CLETHRACEAE

##### Clethra mexicana D.C.

Nombre común: marangola, cucharilla, jabencillo, palo cucharo, mamellito.

Descripción general del árbol: Es un árbol de hasta quince metros de altura, con ramillas pardo-tomentosas. Las hojas son abovadas a ovales, de 6 a 20cm de largo por 4 a 10 de ancho, a veces son aserradas; tienen el envés densamente tomentoso. Las flores son aromáticas, de color blanco, con cinco pétalos imbricados y diez estambres. El fruto es una cápsula trilobada.

Distribución: Se localiza desde Durango a Veracruz, en Morelos, Guerrero, Michoacán, México, Durango y Distrito Federal.

Características macroscópicas del xilema: La madera de marangola es de color castaño pálido con un tono ligeramente rosado; no se observa diferencia entre la albura y el duramen. No tiene

olor ni sabor característicos. El lustre es alto. El hilo es recto y la textura fina.

Características microscópicas del xilema: La porosidad es difusa con los poros distribuidos al azar. Los poros se encuentran solitarios y en múltiples radiales de dos a tres. Son extremadamente numerosos ( $\bar{X}=70$  por  $\text{mm}^2$ ). Los vasos son extremadamente largos ( $\bar{X}=1\ 194$  u) y su diámetro es muy pequeño ( $\bar{X}=80$  u) Las puntuaciones son areoladas y las platinas de perforación escaleriformes con diez barras o más.

El parénquima es apotraqueal difuso.

Esta especie presenta pocos rayos ( $\bar{X}=4$  por  $\text{mm}^2$ ) - de tipo poliseriado. Los rayos son moderadamente altos ( $\bar{X}=652$  u).

Las fibras son muy largas ( $\bar{X}=1\ 875$  u) y tienen puntuaciones alternas.

Clethra macrophylla

Clethra occidentalis Steudel.

CRUCIFERAE

Camelina rusticana

CUNNONIACEAE

Weinmannia pinnata L.

CUPRESACEAE

Cupressus lindleyi Klotsch.

Nombre común: cedro, cedro blanco, ciprés.

Descripción general del árbol: Es un árbol que mide de --- treinta a cuarenta metros. -  
Presenta hojas escamiformes y frutos globosos, de 10 a --- 12 cm de diámetro, dehiscentes y con escamas peltadas.

Distribución: Habita en casi todo el país en altitudes de - 2 200 msnm o más.

Características macroscópicas del xilema: La albura es de - color amarillo pa  
jizo y el duramen presenta un tinte ligeramente rosado. Tie  
ne un olor característico pero no presenta ningún sabor. El  
lustre es alto, la textura fina, el hilo recto y el vetado  
es suave.

Características microscópicas del xilema: La transición entre la madera temprana y la tardía es gradual; la temprana se presenta en -- bandas más anchas y de color más claro que la tardía.

Las traqueídas son largas ( $\bar{X}=2\ 786.25$  u), con diámetro mediano ( $\bar{X}=30.28$  u) y la pared es delgada ( $\bar{X}=7$  u).

El parénquima longitudinal es escaso. En las células parenquimatosas hay inclusiones de resina.

Los rayos son homogéneos uniseriados; son numerosos y muy bajos. En los campos de cruzamiento hay puntuaciones cupresoides.

Características de trabajabilidad: El cedro blanco es fácil de trabajar y retiene -- clavos. Es muy durable y responde bien a los diferentes acabados.

#### Juniperus lindleyi

Nombre común: cedro blanco, ciprés.

Distribución: Se le encuentra en casi todos los estados del país.

Características macroscópicas del xilema: Es una madera de color blanco con olor característico, textura fina, hilo recto y vetado suave.

Características microscópicas del xilema: Esta especie presenta rayos homogéneos uniseriados, son numerosos ( $X=8.54$  por mm) y muy bajos ( $X=127.37$  u).

Las puntuaciones en el campo de cruzamiento son de tipo cupresoides.

Las traqueídas son largas ( $X=2786.25$  u), de diámetro mediano ( $X=30.28$  u), de pared delgada ( $X=7$  u) y de forma rectangular.

El parénquima es difuso.

#### Juniperus flaccida Schl.

## DILLENIACEAE

Saurauia belizensis Lundell.

Nombre común: shoñi

Descripción general del árbol: Este árbol alcanza quince metros de altura. Las hojas son alternas, elípticas a ovadas. Las flores son es--trelladas, pequeñas, con pétalos pilosos. El fruto es comestible.

Distribución: Veracruz, Chiapas y Oaxaca.

Características macroscópicas del xilema: La madera no presenta olor ni sabor característicos. El lustre es medio, la textura fina, el veteado suave y el hilo ondulado.

La porosidad es difusa. Los poros son solitarios y se encuentran distribuidos al azar. Son extremadamente numerosos ( $\bar{X} = 65$  por  $\text{mm}^2$ ). El diámetro tangencial de los poros es muy pequeño ( $\bar{X} = 55$  u). Los elementos de vaso son extremadamente largos ( $\bar{X} = 1480$  u). Las puntuaciones son areoladas y su disposición es opuesta y escaleriforme. Los vasos contienen gomas.

El parénquima es apotraqueal difuso.

Los rayos son poliseriados, moderadamente altos y moderadamente abundantes.

Las fibras son extremadamente largas, miden más de 1900 u.

Saurauia leucocarpa Schl.Saurauia serrata DC.Saurauia villosa DC.

## ERICACEAE

Arbutus glandulosa Mart. et Gal.

Arbutus taphilos S/A

Arbutus xalapensis H.B.K.

Nombre común: madroño

Descripción general del árbol: Es un arbusto o árbol de hasta 15 m de altura.

Tiene corteza rojiza que se desprende en láminas apersaminadas. Las hojas son ablongadas ovadas a oblongas o ovales de 3-10 cm; a veces son aserradas y tormentosas por el envés. Tiene flores blancas en forma de jarrita, la inflorescencia tiene pelillos glandulosos. El fruto es una baya globosa, roja y de 8 mm de diámetro.

Distribución: Habita desde Chihuahua y Nuevo León a Veracruz y Oaxaca; también se le encuentra en Sinaloa.

Características macroscópicas del xilema: La albura es de tono rosáceo y el duramen castaño rojizo. No presenta olor ni sabor característicos. El lustre es alto, el veteado suave, la textura mediana y el hilo recto. Los anillos de crecimiento conspicuos.

Características microscópicas del xilema: La porosidad es semianular: en el principio de los anillos los poros son un poco más grandes que el resto. Los poros son solitarios, se encuentran solitarios en múltiples radiales de dos a seis y agrupados de dos a cuatro. Son extremadamente numerosos ( $\bar{X}=54$  por  $mm^2$ ). El diámetro tangencial de los poros es muy pequeño ( $\bar{X}=59$  u). Los elementos de vaso son moderadamente largos ( $\bar{X}=603$  u). Presentan punuaciones aeroladas alternas, platina de perforación escaleniforme de diez a doce barras y engrosamientos en espiral. Algunos vasos contienen gomas.

El parénquima axial es difuso y escaso.

Los rayos son de tipo heterogéneo, uniseriados y poliseriados. Son poco numerosos y de altura mediana ( $\bar{X}=331$  u)

Las fibras son libriformes, moderadamente largas ( $\bar{X}=726$  u) y con paredes moderadamente gruesas (entre 5 y 11 u).

Befaria glauca Humb. et Bonpl.

## EUPHORBIACEAE

Alchornea latifolia Sw.Bernardia interranta (Schl.)Croton draco Schl.Croton xalapensis H.B.K.Jatropha curcas L.

## FAGACEAE

Castanea dentata (Marshall) Borh.Quercus acutifolia Nee.

Nombres comunes: encino, encino sencillo, encino blanco, encino launillo, encino tepozcohuite.

Descripción general del árbol: Esta especie mide seis a treinta metros de altura.

Las hojas son muy delgadas, elíptico-lanceoladas, largamente atenuadas, de 15 a 20 cm de largo por 5 a 7 cm de ancho; el borde tiene picos cerdosos; el haz es liso y brillante y el envés casi liso y opaco, con manchones axilares. El fruto es bellota ovoide, bianual, de 14 a 16 mm de largo; la cúpula es hemisférica con escamas largas.

Distribución: Se localiza en Guerrero, México, Morelos, Veracruz y Oaxaca.

Características macroscópicas del xilema: La madera es blanco rosáceo, sobresaliendo los rayos que son de un tono gris rosáceo en la albura y gris ligeramente castaño en el duramen; el tono de los rayos marcan la ligera diferencia entre albura y duramen.

El lustre es alto, el veteado pronunciado, la textura mediana y el hilo recto. Esta madera no presenta olor ni sabor característico.

Características microscópicas del xilema: La porosidad es semianular. Los poros son poco numerosos ( $\bar{X}=2$  por  $mm^2$ ) y se encuentran solitarios; tienen un diámetro pequeño ( $\bar{X}=204$  u) y son moderadamente largos ( $\bar{X}=591$  u). Las puntuaciones de los vasos son aeroladas alternas y la platina de perforación es simple. En los vasos hay abundantes tálides.

Presentan parénquima aquotrapeal en bandas y para

traqueal vasicéntrico. Tanto en el parénquima axial como en el radial se observan pocos cristales romboidales.

Las fibras son fibro-traqueidas o libriformes, son largas ( $\bar{X}=2092$  u) de diámetro mediano ( $\bar{X}=28$  u) y de pared gruesa ( $\bar{X}=9$  u). Las puntuaciones de las fibras son simples o aeroladas. Las fibras contienen taninos.

Se observan numerosos rayos ( $\bar{X}=8$  por  $\text{mm}^2$ ) de tipo homogéneo, uniseriados y poliseriados; son muy altos ( $\bar{X}=0.5$  u a 4 cm)

Quercus candicans Née.

Nombres comunes: encino de asta, encino blanco, ahuatemtli.

Descripción general del árbol: Es un árbol que mide de veinte a cuarenta metros. Las hojas son delgadas, largamente pecioladas, abovadas o elíptico-oblongas, con borde dentado y aristado; el haz es liso y brillante y el envés es densamente blanco-tomentoso. La bellota es bianual, ovoide, de 15 a 18 cm de largo; la cúpula es esférica con escamas lanceoladas y delgadas.

Distribución: Este encino vegeta entre los 1600 y 2500 msnm. Su distribución es muy amplia, comprende los estados de Sinaloa, Durango, Jalisco, Guanajuato, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca, Chiapas, México, Morelos, Hidalgo, Tlaxcala, Puebla, Veracruz y el Distrito Federal.

Características macroscópicas del xilema: Existe poca diferencia entre albura y duramen; la albura tiene un color blanco rosáceo y el duramen es rosáceo; los rayos son gris rosáceo en la albura y gris ligeramente rojizo en el duramen.

El lustre es alto, el veteado pronunciado, la textura gruesa y el hilo recto. No presenta olor ni sabor característicos.

Características microscópicas del xilema: La porosidad es difusa. Los poros son poco numerosos ( $\bar{X}=3$  por  $\text{mm}^2$ ) y se presentan solitarios; son de diámetro pequeño y moderadamente largos ( $\bar{X}=585$  u). Las puntuaciones de los vasos son aeroladas alternas. La platina de perforación es simple. Se observa regular abundancia de tálidos en las gomas.

Hay parénquima apotraqueal en bandas y paratra--

queal vasicéntrico. Hay muy pocos cristales romboidales en el parénquima axial y radial.

Las fibras son fibro-traqueidas y libriformes, son largas ( $X=1773$  u), de diámetro mediano ( $X=26$  u) y de pared gruesa ( $X=9$  u). Sus puntuaciones son simples o aeroladas. Las fibras contienen taninos.

Los rayos son poco numerosos ( $X=7$  por  $\text{mm}^2$ ). Son de tipo homogéneo, uniseriados y poliseriados; son altos ( $X=0.5$  u a 4 cm).

Características físicas: El peso específico es de 0.915.

La contracción tangencial es del 10% y la radial de 4%.

Quercus castanea Née.

Nombre común: encino amarillo, encino blanco, encino negro, encino rojo, encino colorado, encino rosillo.

Descripción general del árbol: Es un árbol que alcanza unos diez metros de altura. Las hojas son elíptico-lanceoladas a oblongas; agudas, con punta filiforme, aserrado-aristadas, de 7 a 9 cm. La bellota es redondeada-ovoide y mide 10 mm.

Distribución: Se localiza en Colima, Chiapas, Durango, Guerrero, Guanajuato, Jalisco, San Luis Potosí, Michoacán, Puebla, Tlaxcala y Veracruz.

Características macroscópicas del xilema: Esta madera es de color castaño con vetas blanquecinas. No presenta olor ni sabor característicos. El hilo es recto a inclinado, el lustre es alto y la textura es áspera. Presenta veteado pronunciado debido al gran tamaño de los rayos y a las vetas blanquecinas. Los anillos de crecimiento son conspicuos.

Quercus crassifolia H. et B.

Nombre común: encino colorado, encino prieto, encino roble, encino tesmolillo.

Descripción general del árbol: Mide entre diez y treinta metros. Las hojas son elípticas y obovada a casi orbiculares, de 12 a 14 cm de largo, son obtusas, cordadas, gruesas, de haz liso y envés densamente tomentoso. El fruto es una bellota anual, de forma

elipsoide, de 15 a 20 mm; se presentan solitarios, en pares o en grupos de tres, en un pedúnculo de 5 a 20 mm.

Distribución: Tiene una distribución muy amplia; se localiza en los estados de Chihuahua, Chiapas, Distrito Federal, Durango, Guerrero, Hidalgo, México, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí y Veracruz.

Características macroscópicas del xilema: La albura es rosa rosácea y el durámen gris muy oscuro, rojo pardo o rojo oscuro. No tiene olor característico, su sabor es muy amargo. Presenta lustre mediano, cutedado pronunciado, textura gruesa e hilo recto.

Características microscópicas del xilema: La porosidad es anular. Los poros son solitarios y poco numerosas ( $X=7$  por  $\text{mm}^2$ ). Los poros tienen diámetro pequeño ( $X=153$  u) y son moderadamente largo ( $X=54$  u). Las puntuaciones son aeroladas alternas y la platina de perforación simple. Los vasos presentan tñides.

Hay parénquima apotraqueal en bandas y paratraqueal vasicéntrico. Tanto el parénquima radial como el longitudinal presentan cristales en cadena.

Las fibras son fibro-traqueidas y libriformes. Son de longitud mediana ( $X=1436$  u), de diámetro fino (25 u) y de pared gruesa ( $X=8$  u). Tienen puntuaciones simples y puntuaciones aeroladas. Las fibras contienen taninos.

Presenta numeroso ( $X=8$  por  $\text{mm}^2$ ) rayos homogéneos uniseriados y poliseriados. Son muy altos ( $X=3198$  u).

Características físicas: La gravedad específica PA/W es de 0.64.

Quercus germana Cham. et Schl.

Quercus glabrescens Benth.

Quercus hartwegii Benth.

Quercus laurina Humb. et Bonpl.

Nombre común: Encino laurelillo, chilillo, encino jarilla.

Descripción general del árbol: Este encino mide de diez a veinticinco metros. Las ho

jas son anchamente lanceoladas u oblongo-lanceoladas, de 3-5 cm. El ápice es agudo y la base redondeada. El borde es entero con una o dos dientes cerca del ápice. El haz es liso y brillante y el envés es opáco, hay diez nervaduras prominentes en las dos caras. El fruto es una bellota ovoide que se representa solitaria o en pares; la cúpula es hemisférica o turbinada.

Distribución: Se localiza en los estados de México, Hidalgo, Puebla, Veracruz y Guerrero, entre otros.

Características macroscópicas del xilema: Es de color castaño rojizo. No presenta olor ni sabor característicos. El lustre es alto, el hilo recto y la textura es áspera. Presenta vetado pronunciado debido al gran tamaño de los rayos.

Quercus microphylla Née.

Quercus ocoteafolia

Nombre común: encino capulincillo.

Descripción general del árbol: Es un árbol pequeño de unos siete metros de alto. Las hojas son lanceoladas, agudas, de 8 a 10 cm, de borde entero o con muy pocos dientes; el haz y el envés son liso y brillantes. La bellota mide unos 10mm.

Distribución: Vegeta en los estados de Michoacán, Veracruz, Oaxaca y Puebla.

Características macroscópicas del xilema: Es de color pargo grisáceo. No tiene olor ni sabor característicos. El lustre es medio, el hilo recto y la textura es áspera. Presenta vetado pronunciado debido al gran tamaño de los vasos.

Quercus olcoidea Cham. et Schl.

Nombre común: encino manche, encino prieto, roble.

Descripción general del árbol: Este encino mide unos quince metros. Las hojas son gruesas y duras, de 6 a 15 cm, glaucas, abovadas u oblongo-lanceoladas. Las bellotas son largamente ovoides, de 1.5 a 2.5 mm.

Distribución: Es característico de clima cálidos. Vegeta

en Veracruz, Oaxaca, Tabasco, Puebla y Chiapas.

Características macroscópicas del xilema: Es de color castaño amarillento. No presenta olor ni sabor característicos. El lustre es mediano, el hilo recto o irregular y la textura es áspera. Presenta veteado pronunciado debido al gran tamaño de los vasos.

Quercus peduncularis Née.

Nombre común: camay, encino blanco jigté, roble.

Descripción general del árbol: Es un árbol que mide de diez a veinte metros de altura. Las hojas son lanceoladas, de 12 cm de largo. La fruta es una bellota ovoide de unos 15 mm de largo, se presenta en pares.

Distribución: Habita en los estados de Oaxaca, México, Guerrero, Jalisco, Veracruz y Chiapas.

Características macroscópicas del xilema: Es de color castaño amarillento. No presenta olor ni sabor característicos. El lustre es mediano a alto, el hilo es recto a irregular y la textura áspera. El gran tamaño de los rayos produce un veteado pronunciado. El parénquima y los rayos se ven a simple vista.

Quercus polymorpha Schl. et Cham.

Quercus xalapensis Humb. et Bonpl.

#### FLAUCORTIACEAE

Casearia arguta H.B.K.

Casearia nitida (L.) Jacq.

Casearia sylvestris Swarts.

Xylosoma flexuosum (H.B.K.) Hemsl.

#### GUTTIFERAE

Vismia mexicana Schl.

#### HAMMAMELIDACEAE

Liquidambar macrophylla Oersted.

Nombre común: liquidambar, ocozote, suchiate.

Descripción general del árbol: Es un árbol con copa de forma piramidal o redondeada. -  
Su fuste es recto con un diámetro de 10 a 30 cm y unos treinta y cinco metros de altura. Las hojas son lobuladas y los lóbulos agudos. El fruto es globoso y crizado de puntas.

Distribución: Habita en los estados de Veracruz, Puebla, Hidalgo, Oaxaca y Chiapas. Se cultiva frecuentemente.

Características macroscópicas del xilema: La madera de liquidambar es de color pardo rojizo, sin que se note diferencia entre la albura y el durámen. El lustre es moderadamente alto. No presenta olor ni sabor característicos. La textura es fina, el hilo recto y el veteado suave.

Características microscópicas del xilema: La porosidad es difusa; los poros se encuentran solitarios o en grupos radiales, son numerosos ( $X=56$  por  $\text{mm}^2$ ), tienen diámetro pequeño ( $X=55$  u) y son largos ( $X=1299$  u). Las puntuaciones son aeroladas y la platina de perforación es escaleriforme. Presenta engrosamientos en espiral. El parénquima longitudinal es apotraqueal difuso.

Las fibras son de tipo libriforme y fibro-traqueidas. Son largas ( $X=1929$  u), de diámetro ancho ( $X=44$  u) y de pared gruesa ( $X=8$  u). Presentan puntuaciones aeroladas y simples.

Hay inclusiones de gomas en las células.

Los rayos son homogéneos y heterogéneos, uniseriados y biseriados; son numerosos ( $X=15$  por  $\text{mm}^2$ ) bajos ( $X=280$  u), contienen canales radiales.

Características de trabajabilidad: Es una madera, moderadamente dura, bastante fácil de trabajar y resistente al desgaste por fricción.

HIPPOCASTANEAE

Billia hippocastanum Peyr.

ICCACINACEAE

Calatola mollis Stand.

Oconetalum mexicanum Greenman et C.H. Thompson.

## JUGLANDACEAE

Juglans pyriformis Liebm.

Nombres comunes: nogal, nogalillo y cedro nogal.

Descripción general del árbol: Mide entre diez a treinta metros de altura. Las hojas son pinadas, grandes, con 18 a 31 hojuelas lanceoladas u oblongo lanceoladas; el borde es serrulado. El fruto es subgloboso o peniforme, de 4.5 a 5 cm; la nuez tiene cáscara muy dura y mide de 3.5 a 4 cm.

Distribución: Se localiza en los estados de Veracruz, Hidalgo, San Luis Potosí, Nuevo León y Tamaulipas.

Características macroscópicas del xilema: La madera del nogal es de color castaño a castaño oscuro grisáceo, siendo el duramen más oscuro que la albura. El lustre es moderadamente alto. No presenta olor ni sabor característicos. El hilo es recto y la textura mediana.

Características microscópicas del xilema: La porosidad es anular o semianular. Los poros son de forma circular, en su mayoría son solitarios, pero también hay agregados radiales de dos a cinco. Las puntuaciones de los vasos son simples, ya sean apuestas o alternas. La platina de perforación es simple.

Presenta fibras libriformes con puntuaciones simples; son de longitud mediana ( $X=1699$  u), de diámetro mediano ( $33.7$  u) y de pared delgada ( $4.2$  u)

El parénquima es apotraqueal, en bardas tangenciales irregulares delgadas, de una a dos series de células; también hay escaso parénquima terminal. Existen abundantes gomas en el parénquima y en los vasos; hay algunos cristales en el parénquima.

Características de trabajabilidad: Esta madera es moderadamente dura y de excelente trabajabilidad.

## LAURACEAE

Nectandra loeseneri Mez.Nectandra sanguinea Rottb.Persea americana Mill.

Nombre común: aguacate, arucatiensis, aguacate oloroso.

Descripción general del árbol: Es un árbol frutal que alcanza hasta quince metros de altura. Sus hojas son ovales o elípticas de 10 a 30 cm de largo. Las flores son verdosas de 7-8 mm. El fruto es ovoide o periforme de 9 cm o más de largo; es comestible y presenta una semilla.

Distribución: La distribución de este árbol es muy amplia; numerosas variedades, se cultivan en climas cálidos y templados.

Características macroscópicas del xilema: La madera es de color castaño pálido con tonalidad rosácea. No tiene olor ni sabor característicos. El lustre es alto, la textura es media, el hilo es inclinado y la madera presenta un vetado de suave a pronunciado.

Características microscópicas del xilema: La porosidad es difusa, los poros son poco numerosos ( $X=10$  por  $\text{mm}^2$ ), se presentan solitarios o en grupos radiales; tienen un diámetro pequeño ( $X=93$  u) y son de longitud mediana ( $X=616$  u). Las puntuaciones son aeroladas, ya sean alternas u opuestas. Presenta platinas de perforación simples y escaleriformes.

El parénquima es paratraqueal vasicéntrico.

Las fibras pueden ser de tipo libriforme y librotraqueidas. Son de longitud mediana ( $X=1525$  u), de diámetro mediano ( $X=32$  u) y de pared muy delgada ( $X=3$  u). Presentan puntuaciones simples y aeroladas.

Los rayos son heterogéneos, hay uniseriados y poliseriados. Son poco numerosos ( $X=4$  por  $\text{mm}^2$ ) y bajos ( $X=346$  u).

#### LEGUMINOSAE

Acacia pennatula (Sohl. et Chem.) Stand.

Acacia prinolei Rose

Acacia unijura Rose

Caesalpinia cocalaco Humb. et Bonpl.

Caesalpinia pulcherrima (L) Sw.

Cassia alata L.

Cassia emarginata L.

Cassia fistula L.

Cassia laevigata Willd.

Cassia spectabilis D.C.

Diphysa carthagenensis Jacq.

Diphysa robinoides Benth.

Erythrina americana Mill.

Nombre común: colorín, chocolín, denti; equimite, quimite.

Descripción general del árbol: Es un árbol hasta de nueve a diez metros de altura, con ramas espinosas. Las hojas son compuestas, trifoliadas, con las hojuelas deltoide-ovaladas. Las flores son rojas, con el estandarte angosto y los otros pétalos pequeños; se producen en racimos cónicos y aparecen cuando la planta no tiene hojas. El fruto es una vaina de 10 a 13 cm, con semillas rojas y brillantes, venenosas. Las flores son comestibles.

Distribución: Se localiza desde el Estado de México a Veracruz, Chiapas y Yucatán. Se cultiva en muchos lugares templados, pero generalmente no fructifica.

Características macroscópicas del xilema: La madera de colorín no presenta olor ni sabor característicos. El lustre es alto, la textura es áspera, el veteado pronunciado y el hilo entrecruzado.

Características microscópicas del xilema: La porosidad es difusa. Los poros son muy poco numerosos, solo hay uno o dos por  $\text{mm}^2$  y se encuentran solitarios. Los vasos son cortos ( $\bar{X} = 218 \text{ u}$ ) y con diámetro tangencial grande ( $\bar{X} = 330 \text{ u}$ ). Algunos presentan gomas. Las puntuaciones de los vasos son aeroladas alternas y las platinas de perforación son simples.

El parénquima es apotraqueal y se encuentra en

bandas tangenciales. En el parénquima axial y radial se encuentran cristales poliédricos.

Los rayos son muy escasos, en promedio sólo hay uno por  $\text{mm}^2$ . Los rayos son extremadamente altos, miden más de dos mil micras. Hay rayos triseriados, poliseriados y multiseriados.

Las fibras son de tipo libriforme; son muy largas ( $X=1812$  u). Tienen puntuaciones alternas.

Inga jinicuil Sch.

Lysiloma acapulcensis (Kunth.) Benth.

Nombre común: tepeguaje, ébano, machao, tripal.

Descripción general del árbol: Es un árbol de ocho a doce metros de alto. Las hojas son bipinadas, con hojuelas de 35-45 pares, linear-oblongas, de 4-7 mm de longitud, ciliadas, de envés páoico y con una glándula en el pecíolo. Las flores son pediceladas, en espigas, con estambres numerosos, salientes y formando un tubo. El fruto es una vaina lisa, de 12-22 cm de largo por 2.5-3 cm de ancho y de color negruzco.

Distribución: Vegeta en Michoacán, Guerrero, Oaxaca, Veracruz, Sinaloa y otros estados.

Características macroscópicas del xilema: La albura es color crema blanquecino y el durámen en castaño oscuro con vetas rojizo grisáceo o negruzcas. No presenta olor ni sabor característicos. El lustre es alto. La textura es mediana a áspera y el hilo recto a entrecruzado. Los anillos de crecimiento son conspicuos.

Características microscópicas del xilema: La porosidad es anular a semianular. Los poros son escasos ( $X=2$  por  $\text{mm}^2$ ) y se encuentran solitarios y en ocasiones en grupos de dos a tres. El diámetro de los vasos es moderadamente grande ( $X=265$  u). Los vasos son moderadamente largos ( $X=400$  u). Presentan gomas de color rojizo.

Se observa parénquima paratraqueal vasocéntrico y apotraqueal difuso más o menos abundantemente. Tanto en el parénquima axial como en el radial existen numerosas cadenas de cristales.

Los rayos son de tipo homocelular, uniseriados y triseriados. Son escasos, hay un promedio de cinco por  $\text{mm}^2$ .

Los rayos triseriados son bajos ( $\bar{X}=265$  u).

Las fibras son libriformes; son moderadamente largas ( $\bar{X}=1230$  u), de diámetro delgado ( $\bar{X}=16$  u) y de paredes muy delgadas ( $\bar{X}=4$  u).

Lysiloma auritum (Schl.) Benth.

Pithecellobium dulce (Roxb.) Benth.

#### LOGNANIACEAE

Buddleia cordata H.B.K.

Buddleia parviflora H.B.K.

Buddleia skutchii Morton

#### MAGNOLIACEAE

Magnolia grandiflora L.

Magnolia schideana Schl.

#### MALPIGHIACEAE

Bunchosia lanceolata Turcz.

Bunchosia swartziana Griseb.

Byrsonima crassifolia (L.) H.B.K.

#### MALVACEAE

Robinsonella mirandae G. Pompa.

Nombre común: algodoncillo, manzanillo, majahua blanco.

Descripción general del árbol: Este árbol alcanza hasta treinta metros de altura. Las hojas son ovadas, coriáceas, de 10-17 cm de largo, con envés estrellado-tomentoso. Las flores miden de 5-8 mm y su ovario tiene cuatro carpelos.

Distribución: Veracruz y Oaxaca.

Características macroscópicas del xilema: La madera es de color amarillo pálido con vetas castaño pálido. No presenta olor ni sabor característico. El lustre es bajo, el veteado suave, la

textura fina y el hilo entrecruzado.

Características microscópicas del xilema: La porosidad es difusa. Los poros son poco numerosos ( $X=9$  por  $\text{mm}^2$ ) y se encuentran solitarios y agregados en múltiples radiales de dos a cinco. Los poros tienen un diámetro tangencial pequeño ( $X=107$  u). Los vasos son cortos ( $X=302$  u) y presentan puntuaciones aeroladas alternas y platina de perforación simple.

Esta especie presenta parénquima apotraqueal en bandas y paratraqueal escaso.

Los rayos son de tipo heterogéneo, uniseriados y poliseriados. Son poco numerosos ( $X=7$  por  $\text{mm}^2$ ) y con paredes delgadas ( $X=5$  u).

Esta madera presenta estratificación.

#### MELASTOMATACEAE

Conostegia xalapensis (Bonpl.) Don.

Miconia argentea (Sw.) DC

#### MELIACEAE

Cedrela mexicana Roem.

Nombre común: cedro, cedro rojo.

Descripción general del árbol: Es un árbol de veinte a cincuenta metros de altura.

Las hojas son alternas, compuestas de cinco a diez pares de hojuelas opuestas o subopuestas, oblicuamente lanceoladas, asimétricas, de 7-13 cm de largo por 2.5 a 4.5 cm de ancho, brevemente caudado-acuminadas y con la base redondeada. Presenta inflorescencias en panículas de 30 a 35 cm de largo. El fruto es una cápsula leñosa clípsoidal de unos 4 cm de largo; tiene pequeñas manchas blancas. Las semillas tienen ala de 12 a 20 mm.

Distribución: Esta especie habita en Puebla, Veracruz, Chiapas, Campeche, Yucatán, y Quintana Roo.

Características macroscópicas del xilema: La albura es de color rosa pálido y el durámen castaño rojizo. Tiene un olor característico y sabor picante. El lustre es alto y dorado. Presenta vetado pronunciado, hilo recto a entrecruzado y textura mediana. Los anillos de crecimiento son conspicuos.

Características macroscópicas del xilema: La porosidad es anular. Los poros son escasos ( $\bar{X}=5$  por  $\text{mm}^2$ ); se encuentran solitarios y en múltiples radiales y tangenciales de dos a tres. Los vasos son moderadamente cortos ( $\bar{X}=385$  u) y con un diámetro tangencial pequeño ( $\bar{X}=146$  u). Las puntuaciones de los vasos son aereoladas alternas y la platina de perforación simple. Algunos vasos están taponados con gomas de color castaño rojizo.

Presenta parénquima paratraqueal vasicéntrico, y apotraqueal difuso y marginal de seis hileras de células.

Los rayos son de tipo homogéneo, uniseriados y poliseriados. Son poco numerosos ( $\bar{X}=5$  por  $\text{mm}^2$ ) y de altura mediana ( $\bar{X}=386$  u)

Las fibras son libriformes y en ocasiones se observan fibratraqueidas. Son moderadamente largas (1372 u), de diámetro tangencial fino ( $\bar{X}=22$  u) y con paredes muy delgadas ( $\bar{X}=4$  u). En el interior de algunas fibras se observan gomas.

Melia azedarach L.

Trichilia havanensis Jacq.

#### MORACEAE

Trophis mexicana (Liebm.) Burr.

Ficus cotinifolia H.B.K.

Ficus goldmanii Stand.

Ficus involuta (Liebm.) Miq.

Brosimum alicastrum Sw.

Nombres comunes: ramón, ramón-ash.

Descripción general del árbol: Es un árbol grande, hasta de 30 m de altura. Tiene látex. Las hojas son ovales o oblongas de 4.5 a 8.5 cm, agudas. El fruto es globoso, de color amarillo o anaranjado, mide de 15 a 20 mm, es comestible.

Distribución: En Nayarit, Jalisco, Veracruz, Oaxaca, Tamaulipas, Quintana Roo, Tabasco, Sinaloa, y otros estados del país.

Características macroscópicas del xilema: La madera es amarilla a castaño

pálido. No presenta olor ni sabor característicos. El lustre es alto, el veteado suave, la textura mediana y el hilo recto. El parénquima, los rayos y los anillos de crecimiento se observan a simple vista.

Características microscópicas del xilema: La porosidad es difusa. Los poros se encuentran solitarios y en grupos de dos a cinco; son poco numerosos ( $\bar{X}=11$  por  $\text{mm}^2$ ) y de diámetro pequeño ( $\bar{X}=89$  u). Los vasos son moderadamente largos ( $\bar{X}=447$  u); sus puntuaciones son areoladas alternas y las platinas de perforación son simples. Los vasos contienen gomas blancas.

El parénquima axial es aliforme confluyente y marginal. Las células de parénquima, tanto axial como tangencial, contienen cristales romboidales.

Los rayos son de tipo heterogéneo, uniseriados y poliseriados. Son numerosos ( $\bar{X}=9$  u) y bajos ( $\bar{X}=440$  u).

Las fibras son libriformes, moderadamente largas ( $\bar{X}=1306$  u), de diámetro fino ( $\bar{X}=14$  u) y de paredes delgadas ( $\bar{X}=5$  u)

#### MYSINACEAE

Ardisia compressa H.B.K.

Ardisia revoluta H.B.K.

#### MYRTACEAE

Eugenia acapulcensis Stand.

Pimenta dioica (L.) Merr.

Psidium guajava L.

Nombre común: guayaba

Descripción general del árbol: Es un frutal que alcanza cinco metros de altura. La corteza es rojiza, lisa y escamosa. Las ramillas son cuadrangulares. Las hojas son apuestas, oblongas y con numerosas nervaduras. El fruto es una baya oval o piriforme, de 5 a 7 cm de largo.

Distribución: Su distribución es muy amplia, principalmente en climas cálidos, se localiza en los estados de Veracruz, Puebla, México, Tabasco, Chiapas, Jalisco, Morelos y otros.

Características macroscópicas del xilema: La madera es de color. No presenta olor ni sabor característicos. El lustre es bajo, la textura fina, el veteado suave y el hilo ondulado a irregular.

Características microscópicas del xilema: La porosidad es difusa. Los poros se encuentran distribuidos al azar; se encuentran solitarios o en grupos múltiples radiales, de dos o tres. Son extremadamente numerosos ( $\bar{X}=69$  por  $\text{mm}^2$ ) y de diámetro tangencial muy pequeño.

Los vasos son moderadamente cortos ( $\bar{X}=385$  u); sus puntuaciones son areoladas alternas. Se observan gomas en el interior de los vasos.

El parénquima es apotraqueal, se encuentra dispuesto en bandas tangenciales. Se observan cristales poliédricos en las células de parénquima axial y radial.

Presenta rayos bisagiados moderadamente abundantes (entre trece y quince por  $\text{mm}^2$ ) y de altura mediana ( $\bar{X}=490$  u)

Las fibras son fibrotraqueidas moderadamente largas ( $\bar{X}=1200$  u).

#### OLEACEAE

#### Fraxinus udhei (Wenz.) Ling.

Nombre común: fresno, madre de agua.

Descripción general del árbol: Es un árbol de 15 a 18 m de altura, con corteza agrieta da, con placas cuadrangulares. Las hojas son pinadas, con cinco a nueve hojuelas lanceoladas o oblongo lanceoladas, serruladas; el envés es piloso a lo largo de la nervadura central. Las flores son aétalas y se encuentran en panícula que miden hasta 20 cm de largo. El fruto es una sámara con el ala en el ápice, de 2.5 a 4 cm.

Distribución: Crece desde Sinaloa a San Luis Potosí, en Veracruz y Oaxaca. Se cultiva en muchos lugares.

Características macroscópicas del xilema: La madera del fresno es de color crema o castaño muy pálido, no hay diferencia notable entre la albura y el duramen. El lustre es alto. No pre-

senta olor ni sabor característicos. El hilo es recto y la textura gruesa. Los anillos de crecimiento son conspicuos.

Características microscópicas del xilema: La porosidad es anular. Los poros se presentan solitarios y en series tangenciales radiales u oblicuas de dos a cuatro, también hay grupos irregulares de tres a ocho. Las puntuaciones son arcoladas alternas y la platina de perforación es simple.

Las fibras son de longitud ( $\bar{X}=115$  u) y diámetro ( $\bar{X}=31$  u) medianos y de pared delgada ( $\bar{X}=5$  u)

El parénquima es aliforme confluyente y terminal.

Presenta numerosos rayos uniseriados y bseriados, homogéneos y heterogéneos; son bajos y angostos.

Características físicas: La madera de fresno es moderadamente dura, con una gravedad específica de 0.60 PA/W.

Características de trabajabilidad: El fresno es fácil de aserrar y trabajar. Su durabilidad natural es moderadamente alta y es fácil de impregnar. Es una madera relativamente fácil de secar.

#### PINACEAE

Abies religiosa (H.B.K.) Schl. et Cham.

Nombres comunes: oyamel, abeto.

Descripción general del árbol: El oyamel es un árbol grande de ramillas en cruz, con hojas lineares y agudas de 2 a 3.5 cm. Las flores masculinas se encuentran en conillos de 12 a 14 mm, de color violáceo. Los conos femeninos son erguidos, de forma cilindro-oblonga, resinosas, de 10 a 16 cm de largo por 4-6 de ancho presentan escamas unedadas de 28 a 35 mm, redondeadas y crosso-denticuladas con brácteas salientes de punta triangular aguda. Las semillas son cuneado-oblongas de 9-10 mm con vesículas resiníferas.

Distribución: Se localiza en los estados de México, Hidalgo, Puebla, Tlaxcala, Veracruz, Michoacán, Jalisco, Morelos y Guerrero.

Características macroscópicas del xilema: La madera es de color amarillo pajizo muy pálido; no hay diferencia entre la albura y el du

rámén. La madera temprana es blanca rosácea y la tardía castaño muy pálido a rosa o violáceo. Generalmente no tiene olor ni sabor característicos, pero en ocasiones presenta un sabor amargo y salado. El lustre es mediano. El ve- reado es suave a pronunciado debido a los anillos de cre- cimiento. La textura es fina el hilo es recto.

Los anillos de crecimiento son conspicuos, están delineados por la banda oscura de madera tardía y una banda clara de madera temprana, su anchura es muy homogénea; la madera temprana ocupa más de la mitad total del anillo, la transición de madera temprana a tardía es gradual. Los rá- yos son visibles a simple vista en la cara radial y con lu- pa en la transversal.

Características microscópicas del xilema: Las traqueidas son largas ( $\bar{X}=400$  u), algunas presentan septos; el diámetro tangencial delúmen es mediano ( $\bar{X}=25$  u en madera tardía y 29 u en made- ra temprana) y el grosor de la pared es muy delgado en la madera temprana ( $\bar{X}=4$ ) y delgada en la madera tardía ( $\bar{X}=6$ ). Los rayos son homogéneos, poco numerosos ( $\bar{X}=6$  por  $\text{mm}^2$ ) y « muy bajos ( $\bar{X}=182$  u). En los campos de cruzamiento hay de dos a tres puntuaciones taxodioides. Las traqueidas de ra- yo presentan bordes lisos. No hay canales resiníferos nor- males pero en ocasiones se presentan cnales resiníferos lon- gitudinales traumáticos. Hay parénquima axial.

Características físicas: La madera de abeto es blanda, con una gravedad específica PA/W de 0.375 y peso específico de 0.40

La contracción volumétrica es del 12.20%, la con- tracción tangencial de 7.2% y la contracción radial del 0.40%

La contracción volumétrica es del 12.20%, la con- tracción tangencial de 7.2% y la contracción radial del 3.4%.

Propiedades mecánicas: Las características mecánicas de esta madera la califican como poco flexible, poco resiliente y de compresión perpendicular ba- ja.

Características de trabajabilidad: Esta madera es moderada- mente ligera, poco adhe- rente, muy hendible, fácil de trabajar y moderadamente re- sistente a la pudrición.

Pinus ayacahuite Ehr.

Nombre común: pino ayacahuite, acalocote, pino real.

Descripción general del árbol: Es un pino resinoso de veinte a treinta metros de altura. Las hojas se encuentran en grupos de cinco, son delgadas y tienen vaina caediza. Los conos son subcilíndricos, amarillentos, resinosos, de 15 a 25 cm de longitud y con las escamas enroscadas. Las semillas son sin ala o con ala rudimentaria.

Distribución: Se encuentra en Sonora, Chihuahua, Durango, Nuevo León, Coahuila, Zacatecas, Sinaloa, Jalisco y Veracruz.

Características macroscópicas del xilema: La madera temprana de la albura es de color blanco rosáceo, la parte de madera tardía de la albura es rosácea; el duramen es de color blanquecino en las partes de madera temprana y castaño muy claro en las partes de madera tardía. Tiene olor resinoso y sabor amargo, lustre mediano, veteado pronunciado y textura mediana; el hilo es recto.

Los anillos de crecimiento son conspicuos, están delineados por una banda oscura de madera tardía y una banda clara de madera temprana. Son de anchura homogénea. La madera temprana ocupa más de la mitad del anillo. La transición de madera temprana a tardía es gradual.

Los rayos son visibles con lupa.

Esta madera presenta cancelos resiníferos.

Características microscópicas del xilema: Las traqueidas son largas ( $\bar{X}=4465$ ), con diámetro mediano ( $\bar{X}=28$  u) y pared delgada ( $\bar{X}=5$ ). En las caras radiales presentan una hilera de puntuaciones aeroladas: algunas presentan septas.

Los rayos son de tipo homogéneo, poco numerosos ( $\bar{X}=4$  por  $\text{mm}^2$ ), y muy bajos ( $\bar{X}=130$  u). Los que no presentan son fusiformes, de dos series en la parte cercana al canal. En los campos de cruzamiento se ven de una a dos puntuaciones fenestriiformes. Las traqueidas de rayo presentan bordes lisos.

Los canales longitudinales son poco numerosos ( $\bar{X}=2$  por  $\text{mm}^2$ ).

No hay parénquima axial.

Presenta cordoneo de traqueidas y en algunas zonas hay trabículas.

Características físicas: La madera de este pino es blanda; su gravedad específica es de 0.369 PA/W.

La contracción volumétrica es de 9.86%, la contracción radial es de 3.99% y la tangencial es de 7.44%. La relación entre la contracción radial y la tangencial es de 0.53.

Propiedades mecánicas:

Módulo de ruptura-verde	367.54 kg/cm <sup>2</sup>
12% C.H.	692.01 kg/cm <sup>2</sup>

Módulo de elasticidad verde	818.5 kg/cm <sup>2</sup>
12% C.H.	464.75 kg/cm <sup>2</sup>

Esfuerzo al límite de proporcionalidad:  
 verde - 227.58 kg/cm<sup>2</sup>  
 12% C.H. 464.75 kg/cm<sup>2</sup>

Trabajo al límite de proporcionalidad  
 verde - 0.0298 kg cm/cm<sup>3</sup>  
 12% C.H. 0.169 kg cm/cm<sup>3</sup>

Compresión paralela: verde	143.26 kg/cm <sup>2</sup>
12% C.H.	285.69 kg/cm <sup>2</sup>

Compresión perpendicular: verde	207.03 kg'
	251.6

Dureza Janka paralela: verde	196.7 kg
12% C.H.	314.6 kg

Pinus cembroides Zucc.

Nombre común: pino piñonero, pino piñon, piñon prieto.

Descripción general del árbol: Es un árbol de treinta metros de altura, poco resinoso. Su corteza es agrietada y dividida en placas cortas. Sus ramas ásperas y de color grisáceo. Presenta fascículo de tres, cuatro o cinco hojas, de 3 a 7 cm de longitud. Los conos son caedizos, de forma subglobosa y se encuentran aislados o en grupos de cinco. Las semillas o piñones son comestibles.

Distribución: Su distribución abarca todos los estados del Norte y luego se extiende hacia Puebla y Veracruz por la vertiente oriental.

Características macroscópicas del xilema: La madera es de color amarillento, sin que se note diferencia entre la albura y el duramen. No presenta olor ni sabor característicos. El lustre es bajo, la textura fina, el hilo recto y el veteado suave.

Características microscópicas del xilema: Presenta canales resiníferos y no presenta parénquima axial. Las traqueídas son largas ( $\bar{X}=2\ 036\ \mu$ ), de diámetro mediano ( $\bar{X}=55.51\ \mu$ ) y de paredes delgadas ( $\bar{X}=5\ \mu$ ); son de forma rectangular.

Las puntuaciones son areoladas.

Los rayos son de tipo homogéneo, uniseriados, numerosos ( $\bar{X}=9$  por  $\text{mm}^2$ ) y muy bajos ( $\bar{X}=192\ \mu$ ). Las puntuaciones que se observan en los campos de cruzamiento son piceoides. Existen canales radiales.

Pinus hartwegii Lind.

Nombre común: ocote.

Descripción general del árbol: Es un pino resinoso que tiene corteza agrietada; las ramas son extendidas y están distribuidas irregularmente en el tallo. Las ramillas son muy ásperas, con la base de las brácteas larga y fuerte y en ocasiones aguda y saliente. Presenta fascículos de cinco hojas, de 10 a 16 cm de largo y de bordes aserrados. Los conos son persistentes, ovalados, acuminados, de color rojizo oscuro y con las escamas delgadas y frágiles.

Distribución: Su distribución es muy amplia, abarcando desde Chihuahua y Nuevo León hasta el sur.

Características macroscópicas del xilema: La madera es de color amarillo pálido. No presenta olor ni sabor característicos. La textura es fina y el hilo recto; el lustre es bajo.

Características microscópicas del xilema: No hay parénquima longitudinal. Presenta canales de resina longitudinales y radiales.

Las traqueídas son rectangulares y de diámetro mediano ( $\bar{X}=27\ \mu$ ). Las puntuaciones son areoladas.

Los rayos son uniseriados, excepto cuando contienen canales de resina. En los campos de cruzamiento hay puntuaciones simples y fenestriiformes.

Características físicas: Es una madera dura de peso mediano. La contracción volumétrica es de 16.72%, la contracción tangencial de 6.92% y la contracción radial es de 3.68%

Pinus leiophylla Schl. et Cham.

Nombre común: pino, pino prieto, pino atomite, ocote chino.

Descripción general del árbol: Es un árbol resinoso de quince a veinticinco metros de altura. Tiene retoños en el tronco. Las hojas son aciculares, muy delgadas, de ocho a quince centímetros de largo; se presentan en grupos de cinco y tienen vaina caediza. Los conos son ovoides, de 4 a 6 cm de longitud y tenazmente persistentes.

Distribución: Se le encuentra en Durango, Zacatecas, Jalisco, Nayarit y Veracruz.

Características macroscópicas del xilema: La madera es de color amarillo pálido; no existe diferencia entre la albura y el duramen. No presenta olor ni sabor característicos. Tiene lustre medio, textura mediana, hilo recto y vetado suave.

Los anillos de crecimiento están bien definidos. La madera de primavera es de color más claro que la de invierno que es de color castaño; en cada anillo, hay mayor proporción de madera temprana que de tardía. La transición entre los dos tipos de madera es gradual.

Características microscópicas del xilema: No hay parénquima axial. Los canales resiníferos están distribuidos en forma irregular en el anillo. El epitelio es delgado.

Las traqueídas son largas ( $\bar{X}=2\ 370$  u). de diámetro ancho ( $\bar{X}=48.6$  u) y de paredes delgadas ( $\bar{X}=5$  u). Las traqueídas son de forma hexagonal. Las puntuaciones son areoladas.

Los rayos son numerosos ( $\bar{X}=9$  por  $\text{mm}^2$ ) y bajos ( $\bar{X}=206.3$  u). En el campo de cruzamiento hay puntuaciones pinoides simples. Las traqueídas rayo son dentadas. Hay canales radiales.

Características físicas: La madera de este pino es moderadamente pesada; su gravedad específica es de 0.436 PA/VV.

La contracción volumétrica es de 11.07%, la radial es de 3.83% y la tangencial es de 8.64%.

Propiedades mecánicas:

Módulo de ruptura: verde-364.61 Kg/cm<sup>2</sup>  
12% C.H.-841.15 Kg/cm<sup>2</sup>

Módulo de elasticidad: verde-818.5 Kg/cm<sup>2</sup>  
12% C.H.-1 074.77 Kg/cm<sup>2</sup>

Esfuerzo al límite de proporcionalidad:  
verde-237.02 Kg/cm<sup>2</sup>  
12% C.H.-569.62 Kg/cm<sup>2</sup>

Trabajo al límite de proporcionalidad:  
verde-0.038 Kg cm/cm<sup>3</sup>  
12% C.H.-0.155 Kg cm/cm<sup>3</sup>

Compresión paralela: verde-160.16 Kg/cm<sup>2</sup>  
12% C.H.-286.27 Kg/cm<sup>2</sup>

Compresión perpendicular: verde-27.49 Kg/cm<sup>2</sup>  
12% C.H.-286.27 Kg/cm<sup>2</sup>

Dureza Janka perpendicular: verde-260.4 Kg  
12% C.H.-335.5 Kg

Dureza Janka paralela: verde-224.4 Kg  
12% C.H.-366.1 Kg

Características de trabajabilidad: Es una madera moderadamente dura.

Pinus montezumae Lamb.

Nombres comunes: pino, ocote, pino moctezuma, pino blanco.

Descripción general del árbol: Es un pino que mide de veinte a treinta metros de altura. - La corteza es muy áspera. Las hojas se presentan en grupos de cinco (a veces de cuatro, seis o siete); miden entre 14 y 27 cm, son extendidas o colgantes, gruesas y con vainas de 10 a 20 mm. Los conos son ovoide-cónicos, ligeramente encorvados, de 8.5 a 15 cm de largo; se presentan por pares o en grupos de tres.

Distribución: Se localiza en los estados de Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas, Jalisco, Michoacán, México, Puebla, Veracruz, Tlaxcala, Hidalgo, Morelos, Guerrero, Oaxaca y Chiapas.

Características macroscópicas del xilema: La albura es de color blanquecino y el duramen amarillento. La transición entre la madera tardía y la temprana es abrupta; las bandas de madera tardía son angostas y de color castaño pálido.

El olor es resinoso y no presenta sabor característico. El lustre es medio, la textura es fina y el hilo recto. Presenta un vetado pronunciado.

Características microscópicas del xilema: Los rayos son uniseriados. Las traqueídas de rayo son dentadas. En el campo de cruzamiento hay puntuaciones pinoides, simples y fenestriformes.

Las traqueídas son largas y tienen diámetro ancho; presentan puntuaciones areoladas.

Características físicas: La gravedad específica es de -----  
0.42 PA/VV.

La contracción volumétrica es de 10.7% y la con---tracción radial es de 4.16%.

Propiedades mecánicas:

Módulo de ruptura: verde-330 Kg/cm<sup>2</sup>  
12% C.H. -728 Kg/cm<sup>2</sup>

Módulo de elasticidad: verde-65 x 1000 Kg/cm<sup>2</sup>  
12% C.H.-100 x 1000 Kg/cm<sup>2</sup>

Esfuerzo al límite de proporcionalidad:  
verde - 171 Kg/cm<sup>2</sup>  
12% C.H. - 505 Kg/cm<sup>2</sup>

Trabajo al límite de proporcionalidad:  
verde - 0.0262 Kg cm/cm<sup>3</sup>  
12% C.H. - 0.134 Kg cm/cm<sup>3</sup>

Compresión paralela: verde - 378 Kg/cm<sup>2</sup>

Compresión perpendicular: verde - 22 Kg/cm<sup>2</sup>  
12% C.H. - 45 Kg/cm<sup>2</sup>

Dureza Janka perpendicular: verde - 202 Kg  
12% C.H. - 302 Kg

Dureza Janka paralela: verde - 205 Kg  
12% C.H.-374 Kg.

Pinus patula Schl. et Cham.

Nombre común: ocote colorado, pino colorado, ocote macho, xalocote.

Descripción general del árbol: Es un pino de diez a veinticinco metros de alto, con tronco rojizo. Las hojas son delgadas, más o menos colgantes, ariculares, en grupos de tres a cuatro, de unos 15 cm de largo. Los conos son persistentes, con forma de cono alargado, de 7-9 cm de longitud y, por lo general, en grupos de dos o tres.

Distribución: Habita en Querétaro, Tlaxcala, México, Puebla y Veracruz, Tamaulipas, Morelos, Hidalgo, Oaxaca y Distrito Federal.

Características macroscópicas del xilema: La madera no presenta diferencias entre albura y duramen; la madera temprana es castaño claro amarillento y la tardía es castaño muy pálido. No tiene olor ni sabor característicos. El lustre es bajo, la textura de fina a mediana y el hilo es recto. Los anillos de crecimiento producen un veteado pronunciado.

Los anillos de crecimiento son conspicuos. Están delineados por una banda oscura de madera tardía y una banda clara de madera temprana; su anchura es homogénea. La madera temprana ocupa más de la mitad del anillo de crecimiento; la transición de madera temprana a tardía es gradual. Los rayos son visibles a simple vista en la cara transversal. Esta madera presenta canales resiníferos.

Características microscópicas del xilema: Las traqueídas son largas ( $\bar{X} = 2033$  u), con diámetro mediano ( $\bar{X} = 29$  u) y pared muy delgada ( $\bar{X} = 4$  u) en la madera temprana y de diámetro fino ( $\bar{X} = 16$  u) y grosor delgado ( $\bar{X} = 6$  u) en la madera tardía. Presentan puntuaciones areoladas.

Los rayos son homogéneos, poco numerosos ( $\bar{X} = 5$  por  $\text{mm}^2$ ) y muy bajos ( $\bar{X} = 191$  u). Los que no presentan canal resinífero son uniseriados y los que si los presentan son fusiformes, con dos o tres series en la parte del rayo cercana al canal. Las traqueidas de rayo son dentadas. En los campos de cruzamiento se ven de una a tres puntuaciones pinoides.

Los canales resiníferos longitudinales son poco numerosos ( $\bar{X} = 1$  por  $\text{mm}^2$ ). No hay parénquima longitudinal.

Características físicas: La gravedad específica es de 13.99%, la contracción radial es de 5.33% y la tangencial de 9%.

Propiedades mecánicas:

Módulo de ruptura: verde - 407 Kg/cm<sup>2</sup>  
12% C.H. - 965 Kg/cm<sup>2</sup>

Módulo de elasticidad: verde - 81 x 1000 Kg/cm<sup>2</sup>  
12% C.H. - 128 x 1000 Kg/cm<sup>2</sup>

Esfuerzo al límite de proporcionalidad:  
verde - 206 Kg/cm<sup>2</sup>  
12% C. H. - 424 Kg/cm<sup>2</sup>

Trabajo al límite de proporcionalidad:  
verde - 0.0298 Kg cm/cm<sup>3</sup>  
12% C.H. - 0.169 Kg cm/cm<sup>3</sup>

Compresión paralela: verde - 226.06 Kg/cm<sup>2</sup>

Compresión perpendicular: verde - 28 Kg/cm<sup>2</sup>  
12 C.H. - 59 Kg/cm<sup>2</sup>

Dureza Janka perpendicular: verde - 240 Kg  
12% C.H.-389 Kg

Dureza Janka paralela: verde - 231 Kg  
12% C. H. - 430 Kg.

Pinus pseudostrobus Lindl.

Nombre común: pino blanco, pino real, ocote blanco, pino chino, pino liso, ocotillo.

Descripción general del árbol: Es un árbol resinoso de quince a veinticinco metros. Sus hojas se encuentran en fascículos de cinco, son delgadas, miden de 17 a 24 cm; tienen brácteas alargadas y pegadas a las ramillas. El cono es largamente ovoide, mide de 8 a 10 cm de largo y es caedizo.

Distribución: Se localiza en los estados de Nuevo León, Hidalgo, Jalisco, México, Distrito Federal, Puebla, Veracruz, Morelos, Tlaxcala, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas.

Características macroscópicas del xilema: No hay diferencia entre la albura y el duramen. La madera temprana es blanco rosácea y la tardía es castaño claro. No tiene olor ni sabor característicos. El lustre es bajo, la textura fina y el hilo recto. Presenta un veteado pronunciado producido por los anillos -

de crecimiento y los canales resiníferos.

Los anillos de crecimiento son conspicuos, delineados por una banda clara de madera temprana y una banda oscura de madera tardía. La anchura de los anillos es homogénea; la madera temprana ocupa más de la mitad del anillo. La transición de madera temprana a tardía es gradual.

Los rayos son visibles a simple vista en la cara transversal.

Características microscópicas del xilema: Las traqueidas - son largas ( $\bar{X} = 2725$  u); con diámetro mediano ( $\bar{X} = 28$  u) y pared muy delgada ( $\bar{X} = 6$  u) en la madera tardía. Presentan fluctuaciones areoladas.

Los rayos son homogéneos, numerosos ( $\bar{X} = 7$  por  $\text{mm}^2$ ) y muy bajos ( $\bar{X} = 174$  u). Los que no presentan canal resinífero son uniseriados y los que sí lo presentan son fusiformes, con tres o cuatro series en la parte cercana al canal. En los campos de cruzamiento hay de una a tres puntuaciones pinoides. Las traqueidas de rayo son dentadas.

Los canales resiníferos longitudinales son poco numerosos ( $\bar{X} = 1$  por  $\text{mm}^2$ ). No hay parénquima longitudinal.

Características físicas: La gravedad específica es de 0.536 PA/W.

La contracción volumétrica de verde a anhidro es de 15.68%, en dirección radial es de 4.038% y en dirección tangencial de 7.95%.

Propiedades mecánicas:

Módulo de elasticidad: verde -  $787.06 \times 100 \text{ Kg/cm}^2$   
12% C.H.  $1352.51 \times 100 \text{ Kg/cm}^2$

Esfuerzo al límite de proporcionalidad:  
verde -  $232.37 \text{ Kg/cm}^2$   
12% C.H. -  $593.44 \text{ Kg/cm}^2$

Trabajo al límite de proporcionalidad  
verde -  $0.039 \text{ Kg/cm/cm}^3$   
12% C.H. -  $0.148 \text{ Kg/cm/cm}^3$

Compresión<sub>2</sub> paralela:  
verde -  $196.982 \text{ Kg/cm}^2$   
12% C.H. -  $417.506 \text{ Kg/cm}^2$

Características de trabajabilidad: Absorbe fácilmente la pintura, el barniz y otros ---

acabados y preservadores.

Pinus rudis

Nombre común: pino ocote, ocote blanco.

Descripción general del árbol: Este pino llega a medir hasta veinticinco metros de altura. Está cubierto por una corteza oscura formada por placas gruesas y cuadrangulares. Las hojas se encuentran en fascículos de cinco; miden entre 10 y 17 cm de largo. Las vainas son persistentes. Los conos son largos y ovoides, de color moreno oscuro, ligeramente verdosos; se encuentran en grupos de dos a cuatro. Las escamas son delgadas y frágiles.

Características macroscópicas del xilema: La madera de este pino es blanquecina; tiene un olor resinoso característico pero no tiene sabor muy característico. El lustre es de medio a alto, la textura es fina y el hilo recto; el veteado es pronunciado.

Características microscópicas del xilema: Las fibras son largas ( $\bar{X} = 4026$  u) de diámetro fino (21-32 u) y con paredes muy delgadas a delgadas (4-8 u). En las fibras hay puntuaciones areoladas. Presenta canales de resina longitudinales.

Los rayos son numerosos ( $\bar{X} = 7$  mm<sup>2</sup>), de tipo homogéneo, uniseriados y muy bajos (174 u). En los campos de cruzamiento hay puntuaciones pinoides simples. Presenta canales de resina transversales.

Características físicas: La gravedad específica PA/VV es de 0.395.

La contracción volumétrica de verde-anhídrido es de 10.59%, la contracción en dirección radial de verde a anhídrido es de 3.11% y la contracción tangencial de verde a anhídrido es de 7.53%.

Propiedades mecánicas:

Módulo de ruptura: verde - 385.93 Kg/cm<sup>2</sup>  
12% C.H. - 750.76 Kg/cm<sup>2</sup>

Módulo de elasticidad: verde - 779.71 x 100 Kg/cm<sup>2</sup>  
12% C.H. - 1008.98 x 100 Kg/cm<sup>2</sup>

Esfuerzo al límite de proporcionalidad:  
verde - 241.07 Kg/cm<sup>2</sup>  
12% C.H. - 491.57 Kg/cm<sup>2</sup>

Trabajo al límite de proporcionalidad:  
 verde - 0.043 Kg/cm/cm<sup>3</sup>  
 12% C.H. - 0.135 Kg/cm/cm<sup>3</sup>

Compresión paralela:  
 verde - 149.93 Kg/cm<sup>2</sup>  
 12% C.H. - 312.01 Kg/cm<sup>2</sup>

Compresión perpendicular:  
 verde - 28.74 Kg/cm<sup>2</sup>  
 12% C.H. - 62.91 Kg/cm<sup>2</sup>

Dureza Janka perpendicular: verde - 246.2 Kg  
 12% C.H. - 266.3 Kg

Dureza Janka paralela: verde - 240.1 Kg  
 12% C.H. - 307.7 Kg.

Pinus teocote: Schl. et Cham.

Nombre común: pino colorado, pino rosillo.

Descripción general del árbol: Es un árbol muy resinoso, de corteza delgada que en la ve-  
 jez se vuelve áspera y rugosa. Las ramas se encuentran dis-  
 tribuidas regularmente en el tallo. Las ramillas son ásperas.  
 Las bases de las bracteas son caedizas. Las hojas están en -  
 fascículos de tres, miden de 10 a 15 cm de largo, de bordes  
 aserrados. Los conos son de forma oval a cónico ovalada, se  
 encuentran adheridas a las ramas mediante un corto pedúnculo  
 y por lo común caen pronto.

Características macroscópicas de la madera: La madera es de  
 color blanco ama  
 rillento, no hay diferencia entre albura y duramen. Presenta  
 olor resinoso; el sabor no es característico. El lustre es  
 mediano, la textura fina y el hilo recto. Los anillos de cre-  
 cimiento son conspicuos; están delimitados por bandas de made-  
 ra tardía a angosta y de color castaño pálido y bandas de ma-  
 dera temprana más gruesas y de color más claro. La transi-  
 ción entre la madera tardía y la madera temprana es abrupto.

Características microscópicas del xilema: Los rayos son uni-  
 seriados, presen-  
 tan canales resiníferos y, en los campos de cruzamiento, se -  
 ven puntuaciones pinoides simples y fenestriiformes.

Las traquidas presentan puntuaciones areoladas.

Hay canales resiníferos longitudinales y no hay  
 parénquima longitudinal.

## PLATANACEAE

Platanus Lindeniana Mart. et Gall.

Nombre común: haya, alamo, chicolcohuite, aliso

Descripción general del árbol: Es un árbol de treinta metros de alto. La corteza es delgada y exfoliable. Las hojas son alternas, de 9-20 cm, con tres lóbulos angostos. Las flores son verdes, unisexuales y se presentan en cabezuelas globosas. El fruto está formado por nuececillas rodeadas de pelos.

Distribución: Vegeta en Veracruz, Puebla y Chiapas.

Características macroscópicas del xilema: El xilema no tiene olor ni sabor característicos. El lustre es alto, la textura gruesa y el hilo recto. El veteado es pronunciado.

Características microscópicas del xilema: La porosidad es difusa; los poros se encuentran solitarios o en grupos muy numerosos ( $\bar{X} = 39$  por  $\text{mm}^2$ ). Los poros tienen un diámetro pequeño y los elementos de vaso son medianos ( $\bar{X} = 387$  u de longitud). Las puntuaciones son areoladas, opuestas y las platinas de perforación son escaliniformes.

El parénquima es difuso.

En las células hay cristales romboidales. Presenta fibras libriformes ( $\bar{X} = 1626$  u), de diámetro mediano ( $\bar{X} = 25$ u) y con paredes gruesas ( $\bar{X} = 9$  u). Se observan puntuaciones simples y areoladas.

Los rayos son homogéneos ya sea uniseriados o poliseriados. Son poco numerosos ( $\bar{X} = 3$  por  $\text{mm}^2$ ) y muy altos ( $\bar{X} = 2478$  u).

Platanus mexicana Moric.

## PODOCARPACEAE

Podocarpus matudai Lund.

Podocarpus reichei Buchh.

Nombre común: palmillo.

Descripción general del árbol: Esta especie alcanza veinte metros de altura. Tiene hojas alternas, coriáceas, lanceoladas, a veces falcadas, de 7-12 cm de largo por 11-16 de ancho. Los conos son unisexuales; los masculinos son solitarios o en pares, de forma cilíndrica y de 5 cm de largo. Las semillas son ovoides de unos 15 mm.

Distribución: Puebla, Veracruz y San Luis Potosí.

Características macroscópicas del xilema: Es de color castaño pálido, con un ligero tono amarillento. No tiene olor ni sabor característicos. El hilo es recto, la textura es fina, el lustre mediano y el veteado es liso.

#### PROTEACEAE

Grevillaea robusta Cun.

Nombre común: grevilia.

Descripción general del árbol: Es un árbol que alcanza treinta metros de altura. Las hojas son pinadas. Tiene flores anaranjadas unilaterales en racimos paniculados. El fruto es capsular, coriáceo, de 1 a 2 cm.

Distribución: Este árbol es originario de Australia y se cultiva en varias partes de México como ornamental.

Características macroscópicas del xilema: La madera es castaño rojizo. No tiene olor ni sabor característicos. El hilo es recto, el lustre es muy alto, el veteado pronunciado y la textura áspera.

Características físicas: Esta madera es moderadamente durable. La construcción radial es de 1.8% y la tangencial de 5%.

Propiedades mecánicas: Módulo de ruptura (seco): 13 400 psi.

#### RHAMNACEAE

Rhamnus capreaefolia Schl.

#### ROSACEAE

Crataegus mexicana Moc. et Sess.

Nombre común: tejocote.

Descripción general del árbol: Es un árbol espinoso con fuste irregular, de diámetro pequeño (10-30 cm) y baja estatura (6 m). Presenta hojas alternas oblongo-ovadas coniacéas. Las flores son blancas; tienen cinco sépalos, cinco pétalos y diez estambres. El fruto es globoso con pulpa espesa, aromática, dulce o ácida, comestible; tiene cinco semillas muy duras.

Distribución: Habita en zonas templadas y frías.

Características macroscópicas del xilema: La madera es de color blanquecino o amarillento. No tiene olor ni sabor característicos. El lustre es bajo, la textura fina, el vetado pronunciado y el hilo entrecruzado. Los anillos de crecimiento son conspicuos.

Características microscópicas del xilema: La porosidad es semianular; los poros son solitarios y se encuentran distribuidos al azar. Son extremadamente numerosos ( $\bar{X} = 88$  por  $\text{mm}^2$ ) y su diámetro tangencial es muy pequeño ( $\bar{X} = 48$  u). Los vasos son moderadamente largos ( $\bar{X} = 594$  u). Las puntuaciones son areoladas alternas y las platinas de perforación son simples. Los vasos contienen gomas.

El parénquima es apotraqueal; se encuentra en agregados difusos y en bandas tangenciales.

Los rayos son triseriados, moderadamente altos ( $\bar{X} = 380$  u). Son moderadamente escasos ( $\bar{X} = 8$  por  $\text{mm}^2$ ).

Las fibras son moderadamente largas ( $\bar{X} = 1137$  u).

Características de trabajabilidad: Es una madera muy difícil de trabajar a mano, muy durable y responde bien a acabados con tintes y barnices. Es fácil de secar y estable una vez que se termina el proceso.

Crataegus subscens (H.B.K) Steud.

Eriobotrya japonica Lind.

Prunus capuli Cav.

Nombre común: capulín.

Descripción general del árbol: Este frutal alcanza de diez a quince metros de altura. Sus hojas son lanceoladas y aserradas. Las flores son blancas y se producen en amentos. El fruto es negro o rojizo y contiene una semilla.

Distribución: Su distribución es muy amplia, abarcando los estados de Hidalgo, San Luis Potosí, Oaxaca, Veracruz, Jalisco, Colima y Nayarit, entre otros.

Características macroscópicas del xilema: La albura es casi blanca y el duramen color crema a castaño muy pálido. El lustre es alto, el hilo recto y la textura fina. Los anillos de crecimiento -- son conspicuos.

Características microscópicas del xilema: La porosidad es difusa. Los poros son pequeños, solitarios y rara vez en grupos radiales.

Los rayos son homogéneos y moderadamente anchos.

En los vasos, y en ocasiones en el parénquima, hay abundantes gomas.

Características físicas: Esta madera es fácil de secar, sufre pocas contracciones y es estable una vez seca.

Características de trabajabilidad: La madera de capulín tiene bastante buenas propiedades de maquinado. Pega satisfactoriamente si se tienen algunos cuidados durante el secado y responde bien a los acabados que normalmente se dan a los muebles no ornamentales.

Prunus domestica L.

Prunus persica L.

RUTACEAE

Casimiroa edulis Llave et Lex.

SALICACEAE

Meliosma alba (Schl.) Walp.

Populus sp.

Nombre común: álamo.

Descripción general del árbol: Es un árbol de aproximadamente veinte metros de altura. Las hojas son alternas, generalmente deltoideas u ovadas, agudas y dentadas. Las flores son desnudas y unisexuales; las flores masculinas, se producen en amentos. Las semillas tienen filamentos algodonosos.

Distribución: Su distribución es amplia pues además de que hay unas diez especies nativas, éstas y otras se cultivan como ornamentales. Algunos de los estados en los que habita son Baja California, Sonora, Sinaloa, Durango, San Luis Potosí, Puebla y Veracruz.

Características macroscópicas del xilema: El álamo tiene albura blanquecina y duramen blanco grisáceo a castaño claro; la transición entre albura y duramen es gradual. La madera tiene olor y sabor amargos cuando está verde, pero estas características desaparecen cuando se seca. El lustre es bajo, el hilo es recto y en ocasiones entrecruzado. La textura es fina. Los anillos de crecimiento son conspicuos.

Características microscópicas del xilema: La porosidad es difusa, existiendo numerosos poros pequeños. Es frecuente encontrar depósitos de gomas en los vasos.

Características físicas: La gravedad específica (PA/VV) del álamo es de 0.48.

Es difícil secar esta madera, pues se deforma mucho y fácilmente.

Características de trabajabilidad: La madera de álamo es relativamente blanda. Es difícil de trabajar, pues sus superficies no quedan lisas. Se obtiene un acabado suave no lustroso. Tiene buena reputación para aceptar pinturas.

Es poco durable y difícil de impregnarse con preservadores.

Salix humboldtiana Willd.

Salix oxylensis C.K. Schneider

SAPINDANACEAE

Dodonaea viscosa Jacq.

Sapindus saponaria L.

SIMARUBACEAE

Picramnia xalapensis Planchon

STAPHYLACACEAE

Turpinia insignis (H.B.K.) Tul.

## STYRACACEAE

Styrax labrescens Benth.

## TERNSTROEMIACEAE

Ternstroemia sylvatica Schl. et Cham.

## TILIACEAE

Lucea candida (DC.) Mart.

## ULMACEAE

Celtis caudata Planch.Celtis iguanea (Jacq.) Sarg.Mirandaceltis monoica (Hemsl.)

Nombre común: cilicsni, conserva, conquito, escobillo, palo de águila, palo de armadillo.

Descripción general del árbol: Es un árbol de diez metros de altura. Las hojas son oblongo-ovadas de 6-9 cm, acuminadas, brillantes, aserradas; tienen nervaduras laterales numerosas. Las flores son unisexuales. El fruto es subgloboso, carnoso y con una semilla comestible.

Distribución: Se localiza en Veracruz, Oaxaca, Chiapas y en la Isla María Madre.

Características macroscópicas del xilema: No hay diferencia notable entre la albura y el duramen; la madera es de color pardo grisáceo. No presenta olor ni sabor característicos. El lustre es mediano, el veteado pronunciado, la textura fina y el hilo entrecruzado.

Características microscópicas del xilema: La porosidad es difusa. Los poros son poco numerosos ( $\bar{X} = 7$  por  $\text{mm}^2$ ). Se encuentran solitarios y agrupados en cadenas de dos a cuatro células. El diámetro tangencial de los poros es mediano ( $\bar{X} = 140$  u). Los elementos de vaso son moderadamente cortos ( $\bar{X} = 345$  u).

Las puntuaciones son alternas y la platina de perforación es simple.

El parénquima es paratracheal con bandas más o menos concéntricas de cinco a diez células de grosor. Se observan cristales de oxalato de calcio en el parénquima axial y en el radial.

Los rayos son de tipo heterogéneo, multiseriados. Son muy numerosos, encontrándose entre diez y doce por mm<sup>2</sup>.

Las fibras son moderadamente largas ( $\bar{X} = 1116$  u), de diámetro muy fino ( $\bar{X} = 14$  u) y con paredes delgadas ( $\bar{X} = 5$  u).

Crema micrantha (L.) Blume.

Ulmus mexicana (Liebm.) Planchon.

Myriocarpa longipes Liebm.

#### VERBENACEAE

Duranta repens L.

Lippia myriocephala Schl. et Cham.

Lippia umbellata Cav.

## APENDICE II

Dado que para la realización del trabajo se utilizarán las características anatómicas, las propiedades físicas y las propiedades mecánicas de la madera y que estos caracteres no se definen en el texto, se consideró conveniente incluir, a manera de apéndice, unas breves definiciones y explicaciones que permitan comprender los datos empleados.

### Características anatómicas:

Los árboles están formados básicamente por un eje o tronco principal con apéndices laterales (ramas y hojas) y una raíz con sus correspondientes ramificaciones. Puede tener flores y frutos (angiospermas) o semillas desnudas (gimnospermas).

El tronco tiene crecimiento en longitud y crecimiento en grosor o secundario. Es el crecimiento secundario el origen de la madera y se debe a la actividad del cambium, localizado entre el xilema y el floema.

La producción de madera a lo largo del año no es homogénea sino que varía con las estaciones y los cambios en las condiciones climáticas. En condiciones ambientales desfavorables disminuye la actividad del cambium; en zonas templadas el cambium permanece inactivo durante el invierno y es muy activo en verano.

Esta periodicidad de crecimiento en grosor se traduce en los anillos de crecimiento que aparecen como círculos concéntricos en un corte transversal de un tronco; estos anillos se observan fácilmente en maderas de zonas templadas (como coníferas) pero generalmente son inconspicuos en maderas tropicales.

En los árboles de zonas templadas durante la época favorable del año no sólo se produce más madera sino que las células formadas en esta época tienen paredes más delgadas y son más grandes que las que se producen en invierno (Fig. 2). Al xilema producido en la época favorable se le llama madera temprana y madera tardía al formado en invierno. La transición de madera temprana a madera tardía puede ser gradual o abrupta.

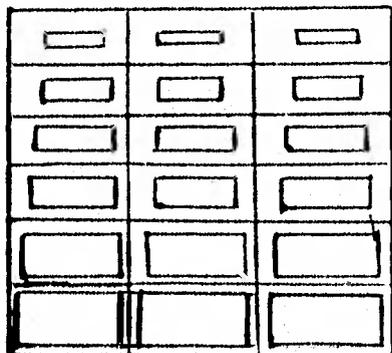


Fig. 2

La proporción de madera tardía varía según la especie y las condiciones ambientales.

Durante un cierto período de tiempo el xilema no sólo da sostén al árbol sino que también participa en las funciones de conducción y almacenamiento; estas funciones fisiológicas son realizadas por células parenquimatosas vivas del xilema. La madera con células vivas se llama albura.

Después de un lapso indefinido de tiempo, que varía de especie a especie y según las condiciones a las que esté sujeto el árbol, las células del xilema mueren y la albura se transforma en duramen. Esta transformación está acompañada por la formación de sustancias orgánicas llamadas extractivos que se depositan en el lumen de las células. La presencia de estas sustancias hace que el duramen tenga propiedades como color, dureza y durabilidad natural, diferentes a las de la albura.

Antes de entrar de lleno en la descripción de las características anatómicas de la madera, conviene recordar que la madera es un material anisotrópico, o sea, que presenta diferentes características y propiedades a lo largo de tres ejes direccionales principales.

Se han definido tres ejes que al intersectarse dan lugar a tres planos. Siempre que se hace referencia a alguna característica o propiedad de la madera es importante hacer referencia al plano o corte de observación o prueba (en el caso de propiedades físico-mecánicas) para lograr una mayor claridad y exactitud.

Los tres ejes que se han definido son: longitudinal, radial y tangencial (ver Fig. 2). El eje longitudinal es paralelo al eje central vertical del árbol, el eje radial es perpendicular al primero y va del centro del árbol hacia la periferia (forma el radio de un corte transversal), el eje tangencial es perpendicular a los dos primeros y es tangente a la periferia del tronco (considerado como cilindro).

La intersección de los ejes radial y tangencial forma el plano o corte transversal; el plano radial está formado por la intersección de los ejes longitudinal y tangencial, y finalmente, la intersección de los ejes longitudinal y tangencial forma el plano tangencial (ver Fig. 3).

Los elementos del xilema de las gimnospermas pueden ser longitudinales o transversales. En ambos grupos hay células parenquimatosas (vivas y con funciones fisiológicas) y presenquimatosas (de sostén).

- a - eje tangencial  
 b - eje longitudinal  
 c - eje radial

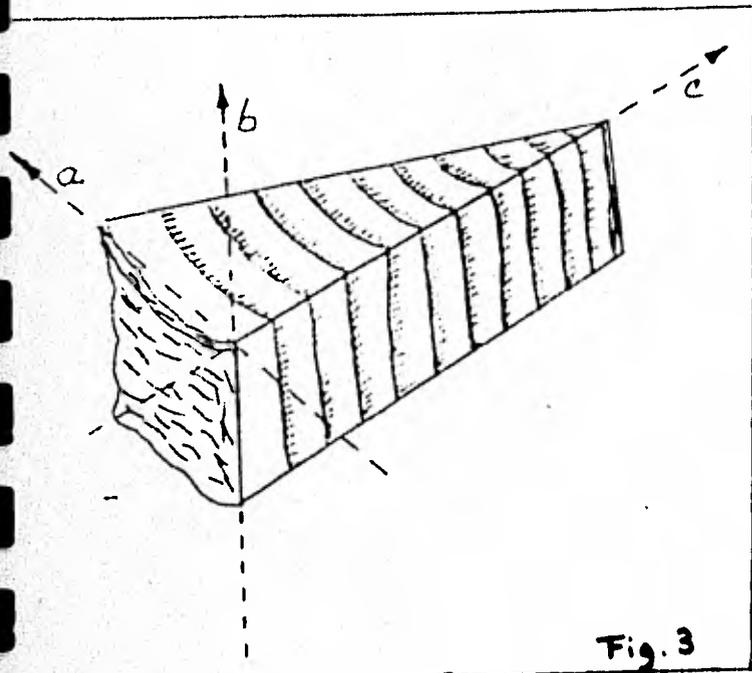
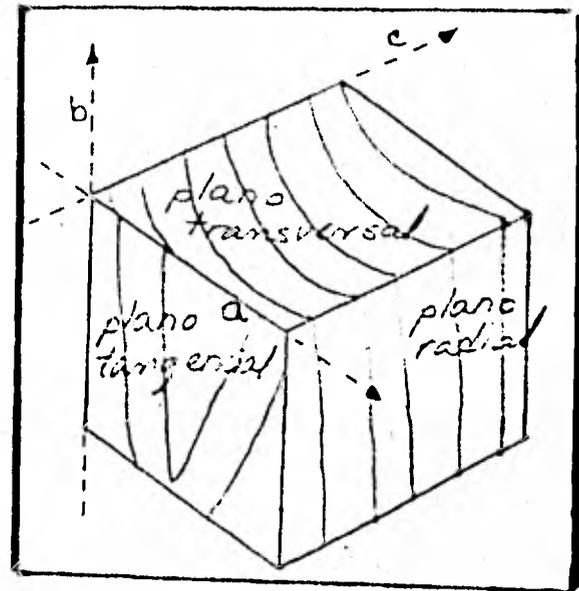


Fig. 3



Dentro de los elementos longitudinales están las traqueidas, que son células prosenquimatosas. Este es el tipo de célula que constituye el mayor volumen del xilema de las coníferas. En algunas ocasiones hay traqueidas - resiníferas o traqueidas en serie; estas últimas son elementos de transición entre traqueidas longitudinales y parénquima longitudinal y se encuentran en especies que presentan canales de resina o parénquima longitudinal.

Además de las traqueidas algunas especies pueden presentar parénquima longitudinal y su presencia o ausencia, abundancia y distribución en el anillo de crecimiento tienen importancia taxonómica.

En las especies que presentan canales de resina - existe aún otro elemento longitudinal: las células epiteliales. Son células de paredes delgadas que secretan resina y rodean a los canales. Los canales no se consideran como un elemento pues son simplemente espacios intercelulares.

Los elementos transversales forman los rayos y también pueden ser prosenquimatosos o parenquimatosos. Las células prosenquimatosas son las traqueidas de rayo y las parenquimatosas son células de parénquima y las células epiteliales de los canales de resina transversales. Los rayos pueden ser homocelulares, si tienen únicamente un tipo de células, o heterocelulares si contienen tanto células prosenquimatosas como parenquimatosas.

La Fig. 4 es un ejemplo de la constitución celular de un bloque de madera de una conífera indeterminada. En una preparación para microscopio se incluye un corte de cada plano y se verían algunos o todos los elementos representados en el esquema.

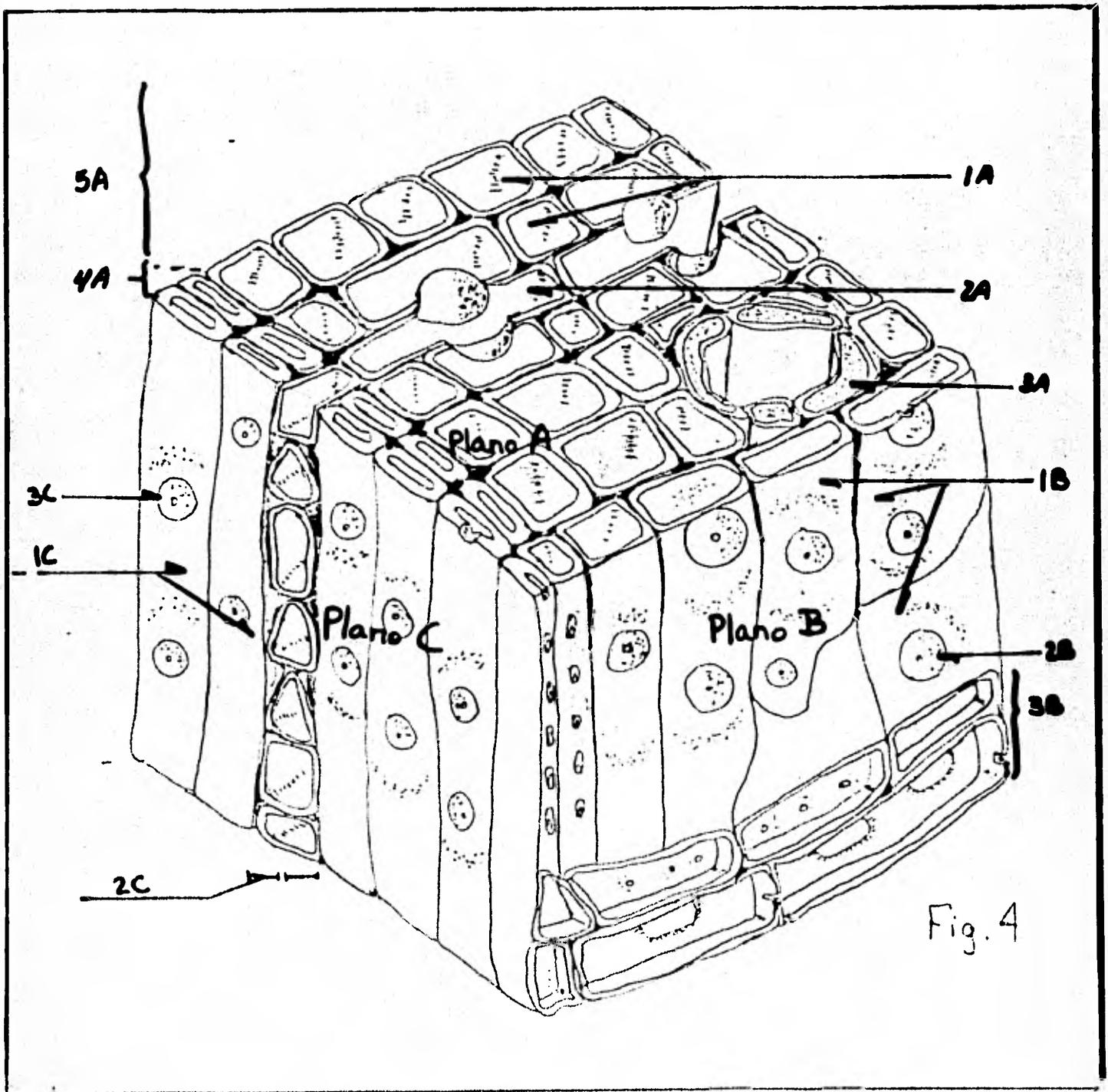


Fig. 4

## Plano A. (transversal)

- 1.- traqueidas
- 2.- radio
- 3.- células epiteliales de un canal de resina
- 4.- madera tardía
- 5.- madera temprana

## Plano B. (radial)

- 1.- traqueidas
- 2.- puntuaciones
- 3.- radio

## Plano C. (tangencial)

- 1.- traqueidas
- 2.- radio
- 3.- puntuaciones

En las paredes de las traqueidas existen ornamentaciones que pueden tener gran importancia taxonómica; estas ornamentaciones son las puntuaciones, los engrosamientos en espiral y las trabéculas.

Las puntuaciones son depresiones en la pared celular secundaria a través de las cuales se lleva a cabo el intercambio de sustancia con las células adyacentes. Tienen abertura hacia el lumen y una membrana hacia el otro lado. Generalmente las puntuaciones se presentan por pares de puntuaciones complementarias.

Hay dos tipos básicos de puntuaciones: simples, cuando el diámetro de la cavidad es uniforme o un poco mayor hacia el lumen, o areoladas, cuando hay una constricción del diámetro de la cavidad hacia el lumen.

En la intersección de una célula de radio y una traqueida longitudinal, campo de cruce, de las coníferas se distinguen seis tipos de puntuaciones. Esta clasificación se basa principalmente en su forma y es de gran importancia taxonómica. En la Fig. 4 se representan estos tipos de puntuaciones.

a) Puntuaciones fenestriiformes.- Son puntuaciones grandes de forma casi rectangular. Se encuentran en Pinus resinosa, entre otras muchas especies.

b) Puntuaciones pinoides.- Son menores que las fenestriiformes y más abundantes por campo de cruce. Se encuentran en varios tipos de pino.

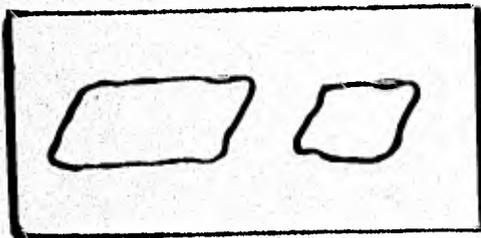
c) Puntuaciones pinoiles areoladas.

d) Puntuaciones piceoides.- Son puntuaciones areoladas pequeñas, generalmente de forma elíptica; normalmente tienen una abertura linear angosta. Son características de Picea, Larix y Pseudotsuga, entre otros.

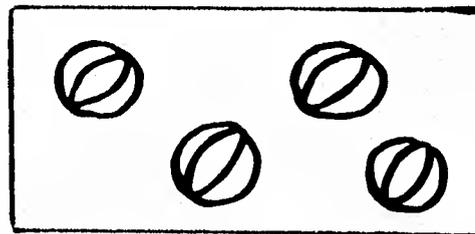
e) Puntuaciones taxodioides.- Poseen aberturas grandes, ovaladas o circulares. Se encuentran en la familia Taxodiaceae (Taxodium y Sequoia) y en Abies y Thuja, entre otros.

f) Puntuaciones cupresoides.- Son semejantes a las taxodioides pero la abertura es pequeña y elíptica. Están presentes en Chamaecyparis, Juniperus, Taxus y muchos otros géneros.

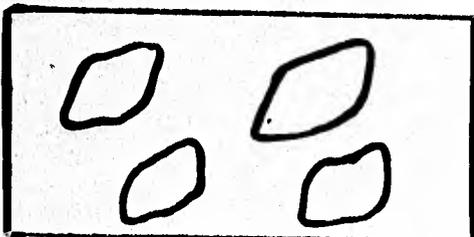
Fig. 5



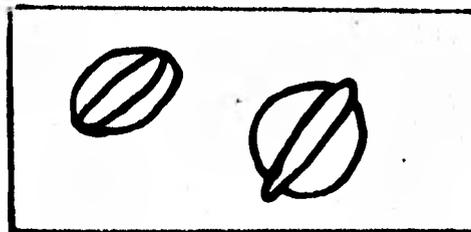
a)



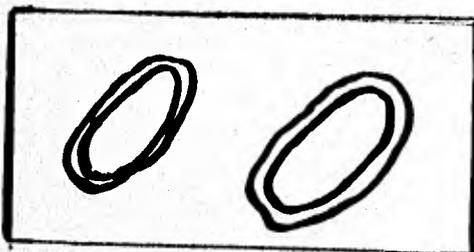
b)



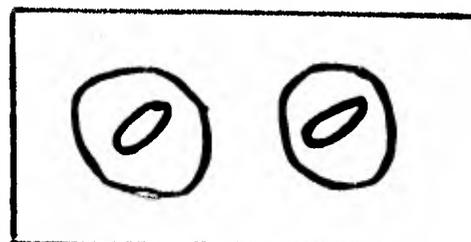
c)



d)



e)



f)

La segunda ornamentación que pueden presentar las traqueidas de las coníferas son engrosamientos en espiral en las paredes; son protuberancias en forma de espiral en la cara interna de la pared secundaria. Pueden tener valor taxonómico y son fáciles de observar en los planos radial y tangencial.

Las trabéculas son parte de la pared celular, tienen forma cilíndrica y se extienden a través del lumen de las traqueidas de una pared a otra. Se pueden observar en el plano transversal y en el radial.

Las angiospermas tienen una estructura más compleja que las gimnospermas por estar constituidas por un mayor número de elementos. La diferencia más sobresaliente entre los dos grupos es que las angiospermas, a diferencia de las gimnospermas, presentan vasos.

La presencia de vasos hace que se pierda el acomodo lineal de las traqueidas, característico de las gimnospermas.

Los radios de las angiospermas son también muy diferentes a los de las gimnospermas pues son de ancho y con posición más variados (ver fig. 6).

Los elementos longitudinales de las angiospermas también se dividen en prosenquimatosos y parenquimatosos. - Entre los primeros están los vasos, formados por elementos de vaso, las traqueidas que pueden ser vasculares o vasicéntricas y las fibras que son libriformes o fibrotraqueidas.

Los elementos de vaso son estructuras tubulares de longitud indefinida, con perforaciones en los extremos. - Su unión forma los vasos, cuya distribución, forma, abundancia y contenido son muy variados.

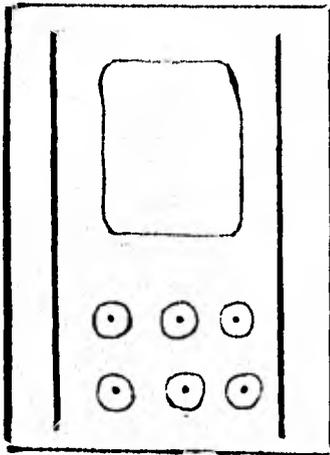
Los vasos son una de las estructuras con mayor importancia taxonómica en el xilema de las angiospermas. Son factores importantes su ornamentación, tamaño, abundancia y distribución en el anillo de crecimiento.

Las ornamentaciones son las platinas de perforación, las puntuaciones y engrosamientos en espiral. Ya se habló de los dos últimos tipos; la platina de perforación es la unión entre dos elementos de vaso, que puede tener una perforación simple, escaleriforme o foraminada (ver Fig. 7) Las platinas de perforación pueden observarse en los planos radial y tangencial.

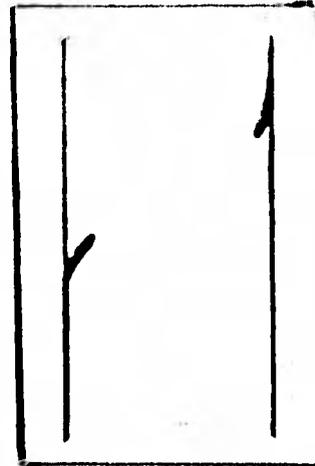
Fig. 6

Elementos presentes en el xilema de gimnospermas	
1- Prosenquimatosos	1.- Prosenquitomatosas
a) vasos vasicéntricas b) Traqueidas vasculares c) fibras { libriformes fibrotraqueidas	
2.- Parenquimatosos	2.- Parenquitomatosas
a) células de parénquima axial	a) células de rayo { procumbentes erectas b) células epiteliales de los canales de goma transversales

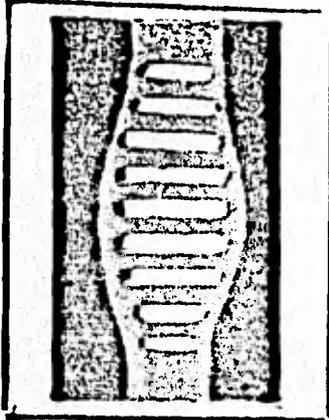
Es muy común la presencia de inclusiones en los vasos. Estas inclusiones también pueden tener valor taxonómico. Las inclusiones más frecuentes son los tílides y exudaciones gomosas o resinosas; también puede haber cristales o granos de almidón. Los tílides son prolongaciones de una célula parenquimatosa adyacente a través de una puntuación; tienen forma de saco y cuando son muy abundantes llegan a tapar la cavidad del vaso; se forman en la albura interna, - justo antes de su transformación en duramen.



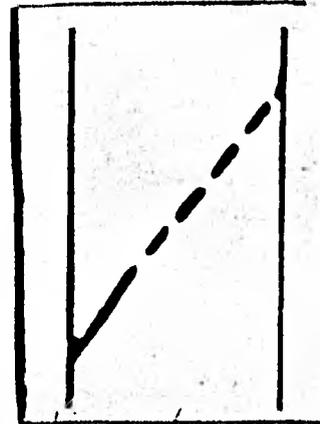
a. platina de perforación simple (vista radial)



b. platina de perforación simple (vista tangencial)



c. platina de perforación escaleriforme (vista radial)



d. platina de perforación escaleriforme (vista tangencial)



e. platina de perforación foraminada (vista radial)



f. platina de perforación foraminada (vista tangencial)

En un corte transversal, los elementos de vaso aparecen como hoyos y se emplea el término poro que incluye la perforación y la pared circundante. Las angiospermas se pueden clasificar en dos grandes grupos según la distribución de los poros. Si los poros formados en la primavera son mucho más grandes que los formados posteriormente, se dice que la madera es de porosidad anular. Cuando los poros son bastante homogéneos en cuanto a tamaño y distribución, se dice que la madera es de porosidad difusa. En algunos casos la diferencia no es clara y entonces se dice que la madera tiene porosidad semi-anular o semi-difusa.

Los poros pueden estar solitarios o en grupos de diferentes tipos. Los poros en grupos pueden presentarse en pares, cadenas de diferentes tamaños, racimos o en bandas.

Ya se mencionó antes que las traqueidas de las angiospermas pueden ser de dos tipos: vasculares o vasicéntricas. Las traqueidas vasculares son muy semejantes en tamaño, forma y posición a los elementos de vaso pequeños de la madera tardía pero no tienen perforaciones en los extremos; al igual que los elementos de vaso, se encuentran organizadas en series verticales y en ocasiones una serie puede contener elementos de vaso y traqueidas vasculares.

Las traqueidas vasicéntricas son células cortas, de forma irregular y con extremos cerrados. Se distinguen de las traqueidas vasculares en que tienen extremos redondeados y en que no están definidas. Las traqueidas vasicéntricas abundan en las cercanías de los vasos grandes de la madera temprana de muchas especies con porosidad anular.

El último tipo de elementos prosenquimatosos de las angiospermas son las fibras. Aunque el término fibra frecuentemente se emplea para designar cualquier tipo de célula de madera, de forma más específica se refiere a células largas y estrechas, con extremos cerrados y diferentes a las traqueidas. Existen dos tipos de fibras: las fibrotraqueidas, que son células con paredes relativamente gruesas con extremos puntiagudos y puntuaciones areoladas, y las fibras libriformes que, a diferencia de las anteriores, tienen puntuaciones simples.

Ambos tipos de fibra pueden presentar una serie de modificaciones que en ocasiones tienen valor taxonómico. Pueden presentar engrosamientos en espiral, paredes transversales, en cuyo caso se habla de fibras septadas, o puede haber fibras gelatinosas; estas últimas aparecen en la madera de tensión de especies tropicales y presentan una capa interna extra en la pared secundaria, que tienen propiedades físicas y químicas muy diferentes a las del resto de la pared.

Las células de parénquima constituyen los elementos de almacenamiento del xilema; son de corta dimensión, de forma aproximadamente cúbica, con paredes delgadas y -- puntuaciones grandes.

Además de hileras de parénquima axial, algunos géneros presentan células enteliales que rodean canales de goma o de resina.

En una sección transversal es fácil observar las diferentes distribuciones de parénquima axial. Estas distribuciones tienen gran importancia en la identificación y clasificación; a continuación se enumeran las distintas posibilidades (ver Fig. 8):

- 1.- Parénquima apotraqueal; no asociado a los poros.
  - a) difuso - las células de parénquima están distribuidas irregularmente. (8.a)
  - b) agregado-difuso - hay células individuales o en grupos de tres o más células distribuidos irregularmente. (8.b)
  - c) en bandas - las células de parénquima están ordenadas en bandas tangenciales. (8.c)
- 2.- Parénquima paratraqueal: las células parenquimatosas - están asociadas a los poros.
  - a) vasicéntrico - una o más capas de parénquima rodean a cada poro. (8.d)
  - b) aliforme - parénquima vasicéntrico con prolongaciones que semejan alas. (8.e)
  - c) confluente - las prolongaciones del parénquima aliforme se unen formando bandas tangenciales o diagonales irregulares. (8.f)
  - d) unilateralmente paratraqueal - el parénquima forma semi-círculos alrededor de los poros. (8.g)
  - e) escaso - sólo hay unas cuantas células de parénquima aisladas, en contacto con los poros. - También puede haber parénquima escaso apotraqueal. (8.h)
  - f) terminal - El parénquima se encuentra formando una banda casi continua, de grosor variable, en el límite del anillo de crecimiento. Esta banda puede o no estar en contacto con los poros. (8.i)

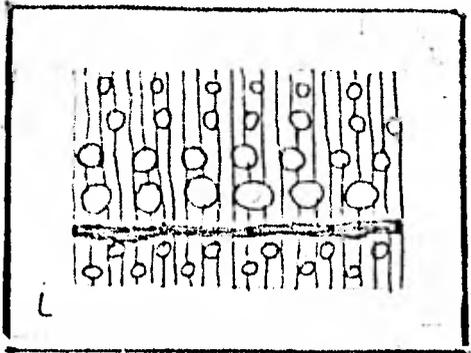
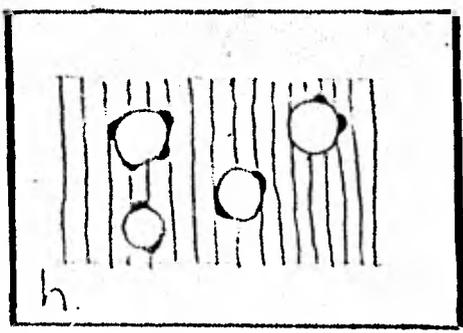
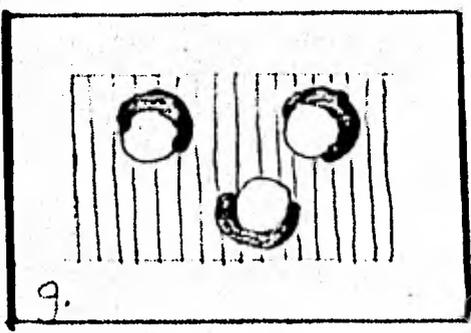
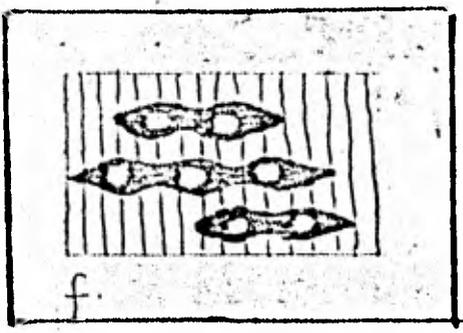
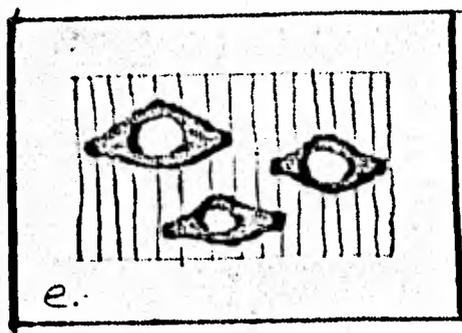
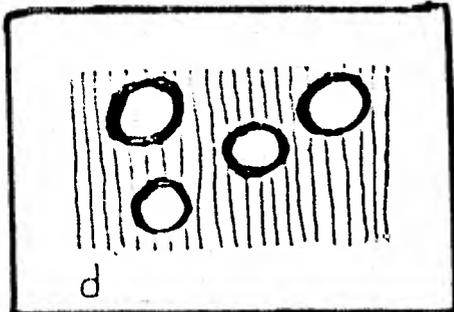
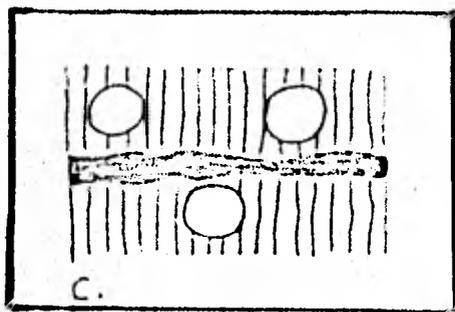
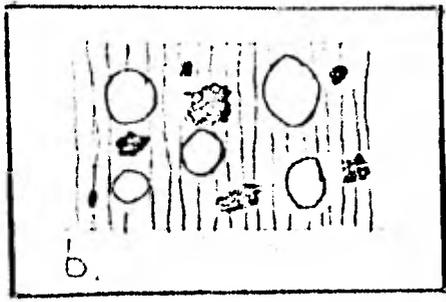
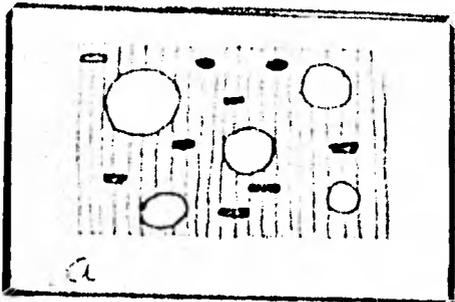
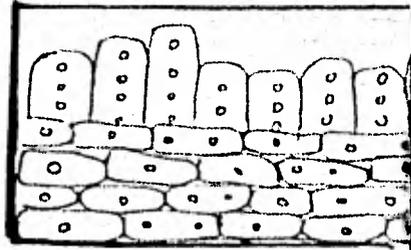


Fig. 8

Las estructuras transversales más importantes del xilema de angiospermas son los rayos o radios que, a diferencia de los de las gimnospermas, están constituidos únicamente por células parenquimatosas.

Las células de los radios varían mucho en forma y tamaño. Cuando existe solamente un tipo de células se dice que el rayo es homocelular; si hay más de un tipo de células el rayo es heterocelular. Existen dos tipos de células de rayo: procumbentes y erectas. Las células procumbentes son alargadas, su eje mayor está en posición horizontal; las células erectas son casi cuadradas y tienen una orientación vertical. (Fig. 9)



Kribs (1959) clasifica a los rayos, vistos en corte radial o tangencial de la siguiente manera:

1.- Heterogéneos tipo I

- a) Rayos uniseriados compuestos por células verticalmente alargadas, diferentes a las células de las partes multiseriadas de los rayos multiseriados.
- b) Rayos multiseriados con colas o alas iguales o más largas que la parte multiseriada del rayo; están compuestos por células semejantes a las de los rayos uniseriados y la porción multiseriada está compuesta por células redondas u ovaladas (corte tangencial) y alargadas radialmente (corte radial).

2.- Heterogéneos tipo II

- a) Rayos uniseriados compuestos por células alargadas verticalmente, diferentes a las células de la porción multiseriada de los rayos multiseriados.
- b) Rayos multiseriados con una célula marginal grande, verticalmente alargada o con colas uniseriadas menores que la porción multiseriada del rayo y compuesta por células semejantes a las de los rayos uniseriados; las células de la porción multiseriada son redondas u ovaladas (corte tangencial) y radialmente alargadas (corte radial).

### 3.- Heterogéneos Tipo III

- a) Rayos uniseriados generalmente de dos tipos; algunos de los rayos uniseriados están compuestos por células verticalmente alargadas, otros por células casi idénticas a las de la porción multiseriada de los rayos multiseriados.
- b) Rayos multiseriados con células marginales cuadradas, generalmente una sola hilera; si presentan colas las células marginales son cuadradas. Las células de la porción multiseriada son redondas u ovaladas (corte tangencial) y radialmente alargadas (corte radial).

### 4.- Homogéneos

- a) Rayos uniseriados compuestos por células idénticas a las de los rayos multiseriados.
  - b) Rayos multiseriados sin células marginales cuadradas ni verticalmente alargadas; las células son todas redondas u ovaladas y radialmente alargadas. Los rayos pueden tener o no colas.
- 5.- Unicamente rayos uniseriados heterogéneos, con células alargadas radial y verticalmente.
- 6.- Unicamente rayos uniseriados homogéneos compuestos exclusivamente por células radialmente alargadas.
- 7.- Rayos con células mosaico o tabique; contienen un tipo especial de células, de forma cuadrangular y aparentemente vacías, que se presentan en series horizontales indeterminadas, generalmente entre las células procumbentes. Se observan mejor en la sección radial.
- 8.- Rayos con células en vaina tienen células erectas que tienden a formar una vaina alrededor de las células más pequeñas de un rayo multiseriado o de su parte multiseriada. Se observan mejor en la sección tangencial.

En los rayos también puede haber canales de resina o goma transversales. En ese caso en el xilema aparece otro elemento parenquimatoso transversal: las células epiteliales que rodean el canal.

Aunque la clasificación es bastante compleja, conviene conocerla pues frecuentemente es empleada en claves de identificación.

En las células de parénquima longitudinal o radial es común encontrar cristales, generalmente de oxalato o car-

bonato de calcio; pueden ser romboidales, cuadrangulares o alargados. Cuando se encuentran agrupados en estructuras globulares se llaman drusas.

En la figura 10 se muestran las estructuras que podrían encontrarse en un bloque de una madera ideal de angiosperma

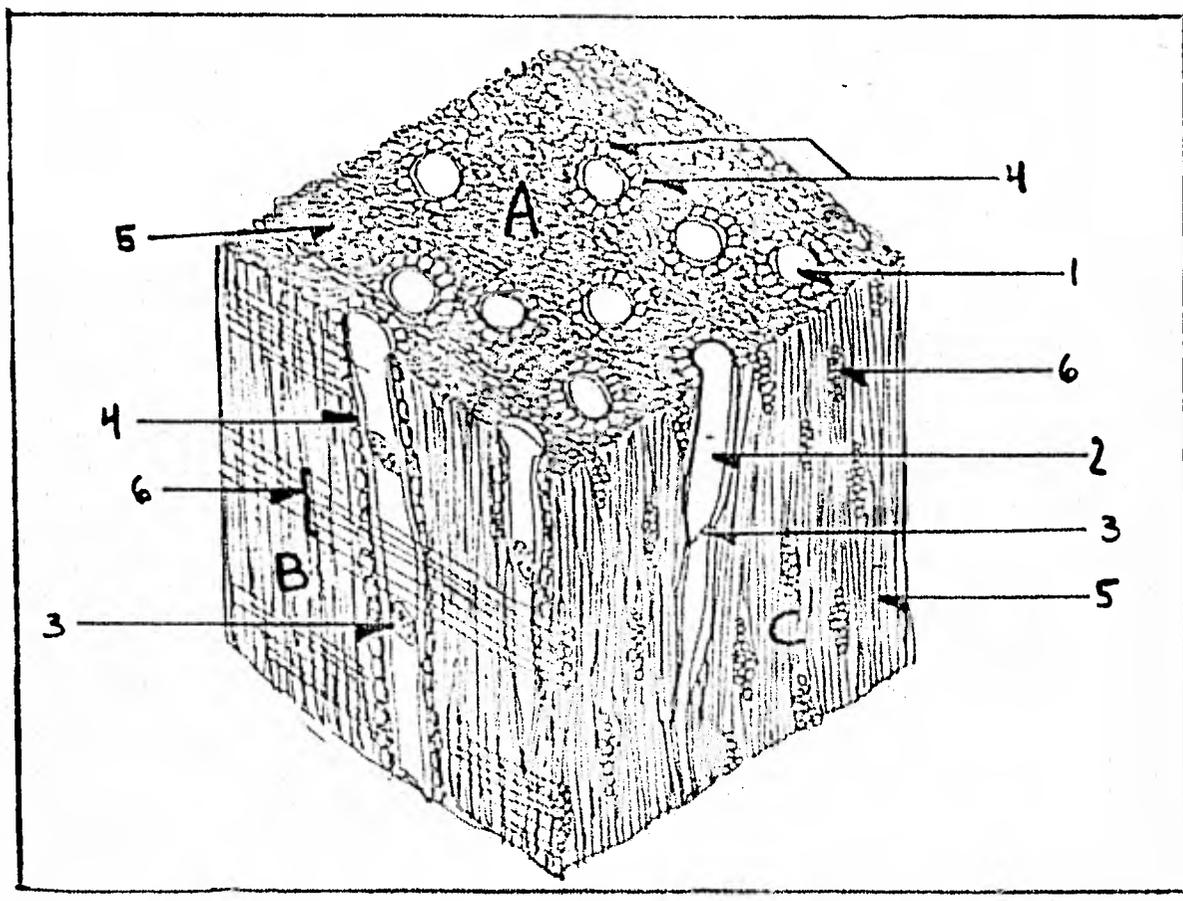


Fig. 10

- A.- plano transversal.  
 B.- plano radial  
 C.- plano tangencial
- 1.- poro  
 2.- elemento de vaso  
 3.- platina de perforación  
 4.- parénquima axial  
 5.- fibras  
 6.- rayo

## Propiedades físicas

Las propiedades, tanto físicas como mecánicas de la madera, están determinadas por su composición y organización estructural. La composición de la pared celular, la cantidad de sustancia madera existente por unidad de volumen, la cantidad de agua contenida en la pared celular, la orientación de los componentes de la pared celular en las células y tejidos y el tipo, tamaño y acomodo de las células dentro del xilema son unos de los factores principales que determinan las propiedades de la madera.

La composición de las paredes celulares del xilema, la presencia y naturaleza de extractivos y la orientación de los elementos constitutivos del xilema determinan una serie de características de la madera, como son el color, olor, sabor, hilo, textura, lustre, conductividad térmica y eléctrica y durabilidad natural. Algunas son de gran utilidad en la identificación macroscópica de muestras y otras confieren valor comercial a algunas maderas.

**Color.-** El color de la madera se debe principalmente a los extractivos. Generalmente al hablar de color se hace referencia al duramen pues es en esta parte dónde reside dicha característica.

Los colores de las maderas pueden ser muy variados, existiendo grandes diferencias entre distintos géneros e incluso dentro de una misma especie. Las maderas presentan colores desde blanquecinos hasta rojizos, purpúreos o negros. Esta característica puede ser importante en la identificación macroscópica de muestras sobre todo cuando es un color singular.

**Olor y sabor.-** La presencia de extractivos en el duramen también puede conferir a la madera un olor y sabor característicos; un ejemplo típico es el del cedro rojo (Cedrella odorata) muy apreciado debido, en parte, a su agradable olor.

En algunos casos el olor, si es característico, tiene importancia en la identificación de especies.

**Lustre.-** El lustre es la capacidad de la madera de reflejar la luz. Esta propiedad no se debe al acabado de la madera sino que es una propiedad intrínseca, que depende del tipo y acomodo de las células en la superficie expuesta a la luz. Esta característica se observa mejor haciendo rajaduras tangenciales y en ocasiones permite distinguir dos especies que sean muy parecidas en cuanto a sus demás propiedades.

Hilo.- El hilo está determinado por la orientación de los elementos longitudinales de la madera. Esta característica puede tener valor taxonómico y además influye notablemente sobre el comportamiento de las piezas de madera durante su trabajo y uso.

El hilo puede ser:

recto - los elementos del xilema son paralelos entre sí y paralelos al eje longitudinal.

inclinado - los elementos son paralelos entre sí pero presentan una cierta inclinación con respecto al eje longitudinal.

entrecruzado - distintas capas del xilema tienen diferente orientación.

ondulado - los elementos están ordenados de manera tal que forman ondas.

Figura.- Con este término se designa el dibujo que pueda aparecer en la superficie de piezas de madera y que puede conferir gran valor a la misma.

La figura puede depender de contrastes de color y de la presencia de vetas, presencia de factores anatómicos (i.e. rayos) notables pero es de fundamental importancia la forma en que se corta la madera.

Textura.- La textura es la apariencia que presenta la madera debido al tamaño y distribución de sus elementos más abundantes. Las maderas con textura áspera tienen células muy grandes, aquellas que presentan textura mediana están constituidas por una combinación de células -- grandes y pequeñas, y se dice que son maderas de textura fina aquellas que están formadas por células pequeñas.

Gravedad específica.- La cantidad de sustancia madera presente en un cierto volumen se mide por la gravedad específica y es un índice de las propiedades físicas y mecánicas de la madera. La gravedad específica se define como la masa por unidad de volumen de una sustancia, comparada con la masa de un volumen igual de agua a 4°C.

Contenido de humedad.- La madera es un material higroscópico, o sea, tiene la capacidad de absorber y perder agua, ya sea en forma líquida o gaseosa. Este movimiento de agua depende de la humedad y temperatura atmosféricas.

El conocer el contenido de humedad de la madera, comprender dónde se encuentra localizada el agua en el xilema y cómo se mueve a través de él, es importante pues la mayoría de los problemas que pueden presentarse al trabajar con este material se deben a que el contenido de humedad influye en las propiedades físicas y mecánicas y además sus fluctuaciones producen cambios dimensionales.

El contenido de humedad, en por ciento, de una pieza de madera se define como la relación entre el peso del agua contenida en la madera y el peso seco de la pieza.

$$\text{contenido de humedad \%} = \frac{\text{peso del agua}}{\text{peso seco de la pieza}} \times 100$$

$$\text{C.H. \%} = \frac{\text{peso verde} - \text{peso seco}}{\text{peso seco}} \times 100$$

La madera verde (recién cortada) tiene un alto contenido de humedad que empieza a perder al estar en contacto con el ambiente; después de un cierto tiempo se alcanza un equilibrio entre el contenido de humedad de la atmósfera y el de la pieza (contenido de humedad en equilibrio). Cuando la madera pierde humedad se contrae y cuando absorbe agua se expande; por esto es indispensable utilizar madera que tenga un contenido de humedad consistente con el de la atmósfera del lugar en el que se va a emplear y, hasta donde sea posible, controlar los cambios de contenido de humedad (tanto en la pieza como en el medio) para así minimizar los cambios dimensionales de la madera en uso.

**Conductividad térmica.**— Otra propiedad interesante de la madera es que, en comparación con otros materiales, es un mal conductor del calor por lo que puede emplearse como aislante. La conducción de calor es indirectamente proporcional a la gravedad específica y al contenido de humedad.

**Conductividad eléctrica.**— La madera, siempre y cuando esté seca, es un buen aislante eléctrico.

**Durabilidad natural.**— Algunas especies son resistentes al ataque de hongos e insectos; esta resistencia se presenta en el duramen.

El que una madera sea naturalmente resistente permite que se la pueda emplear, incluso en exteriores, sin que haya que invertir en preservadores.

Existen maderas que, aunque no tienen durabilidad natural, tienen una permeabilidad alta y es fácil impregnarlas con tratamientos preservadores.

Además de emplear maderas durables o tratadas hay medidas que ayudan a prevenir el ataque de hongos o insectos como son: emplear madera con un contenido de humedad bajo y diseñar los objetos o construcciones evitando la formación de cámaras de cultivos y procurar no emplear albura o por lo menos emplearla en poca proporción pues es mucho menos resistente que el duramen.

Propiedades mecánicas.- Las propiedades mecánicas de la madera se reflejan en el comportamiento de las piezas bajo una carga o tensión cualquiera. Este comportamiento puede sufrir una serie de modificaciones según la forma en que se apliquen las cargas, la orientación de las fibras de la pieza (con respecto a la carga) y el contenido de humedad.

La resistencia es la propiedad mecánica más importante de la madera pues determina el comportamiento mecánico de una pieza y además afecta las características de secado, maquinado, doblado y pegado de la madera. La resistencia puede definirse como la capacidad para soportar una tensión; se considera no únicamente la carga o tensión total que puede resistir el material sin fallar sino también qué tanta deformación se produce en la pieza con un determinado nivel de tensión.

A un objeto se le pueden aplicar tres tipos principales de carga o tensión (ver fig. 11)

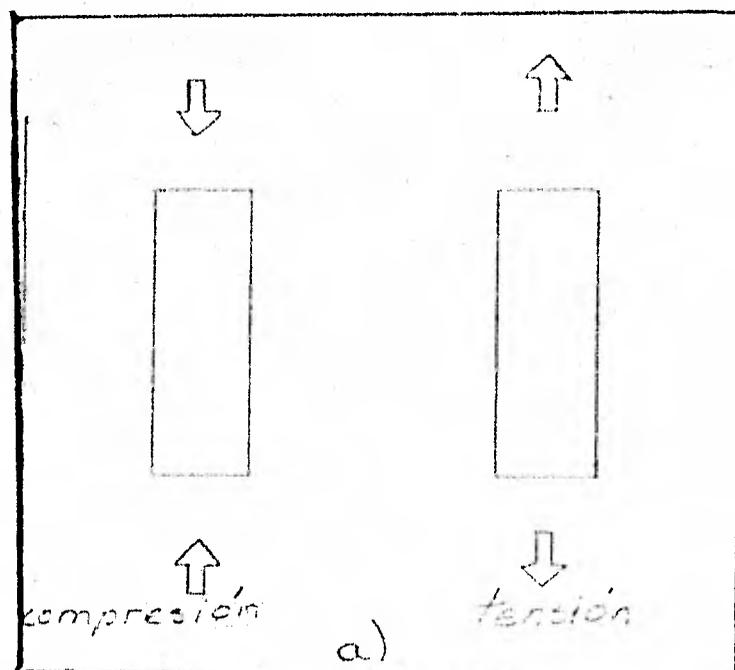
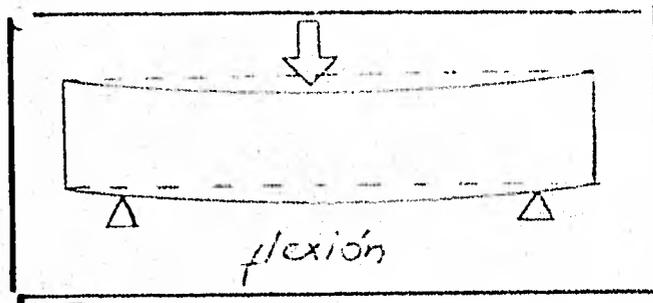
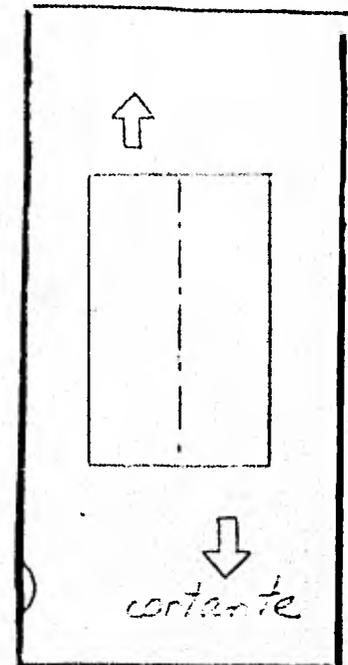


Fig. 11

Fig. 11 (cont.)



b)



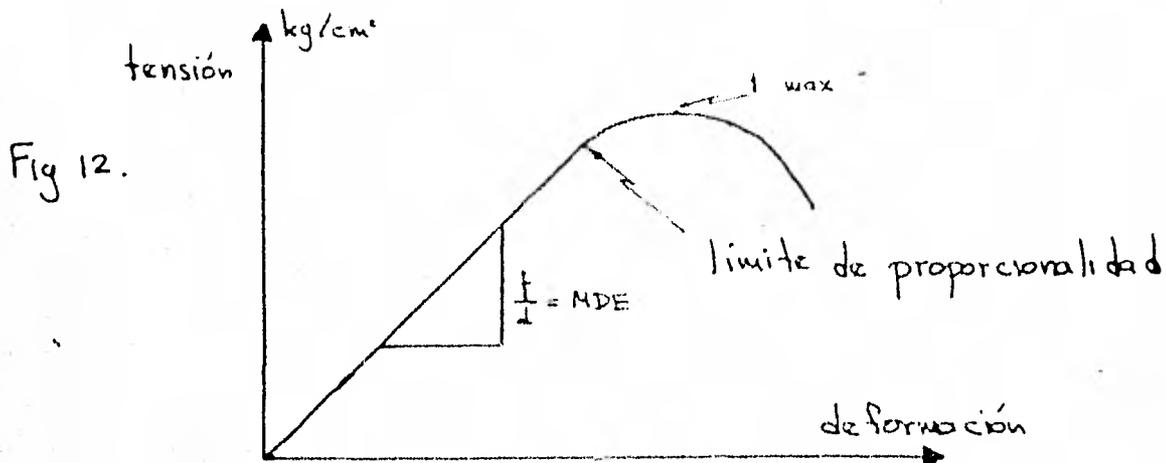
c)

- a) compresión - se tiende a comprimir o acortar el objeto.
- b) tensión - se tiende a alargar o expandir las dimensiones del objeto.
- c) de cortante - se hace que diferentes partes del objeto se deslicen en direcciones paralelas pero opuestas.

Una carga puede actuar provocando sólo un tipo de tensión o produciendo combinaciones de tensiones.

Al estudiar las propiedades mecánicas de la madera es muy importante analizar la relación entre la carga y la deformación, datos que se obtienen con las pruebas con la máquina universal. En una gráfica de deformación vs. tensión (ver Fig. 12) se observa que en la primera porción de la curva se tiene una relación proporcional. Esto implica que en ese rango de valores la madera se comporta como un material elástico, o sea, que las deformaciones no son per-

manentes sino que se recuperan cuando desaparece la carga.



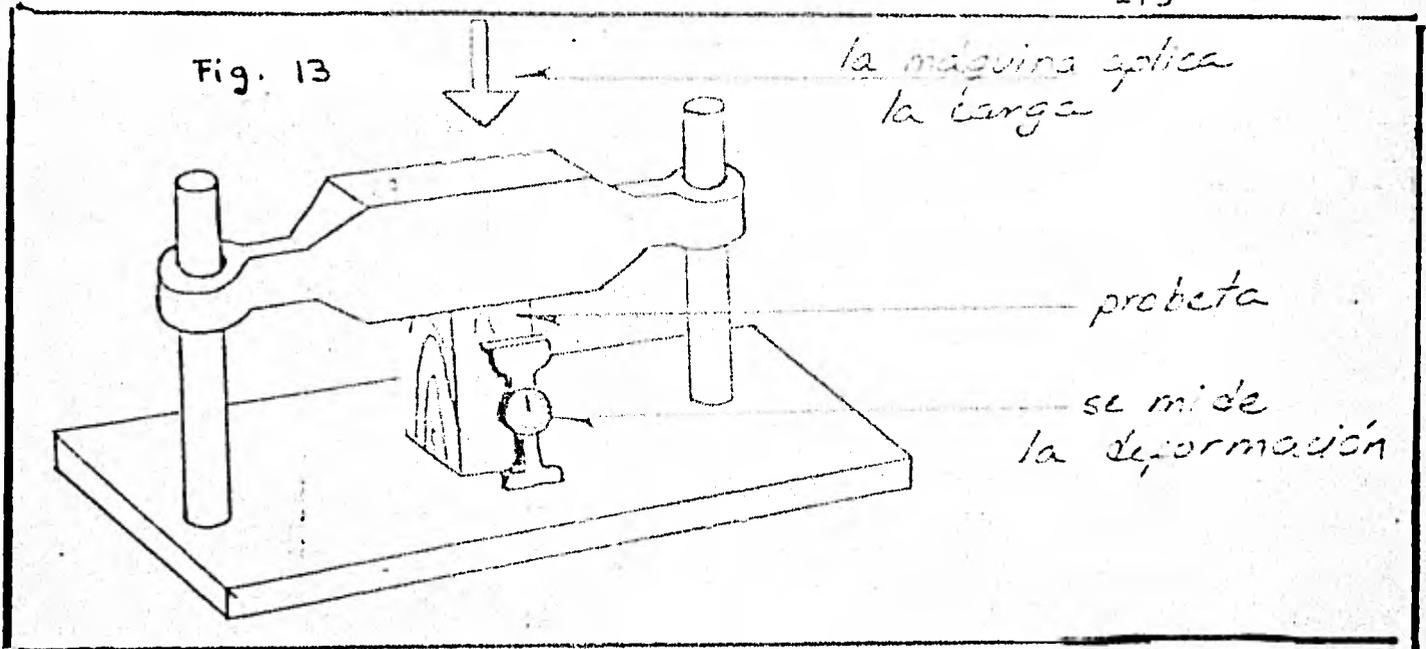
La razón entre la tensión y la deformación, o sea, la pendiente de la parte proporcional de la curva es el módulo de elasticidad (MOE). Su medida da una idea de la rigidez de la madera; cuanto mayor es el MOE, mayor es la rigidez, o sea, menor es la deformación bajo una carga dada.

El límite de proporcionalidad es el punto en el que la curva deja de ser proporcional e indica cual es la carga máxima que se puede aplicar a una pieza sin que se produzca una deformación permanente.

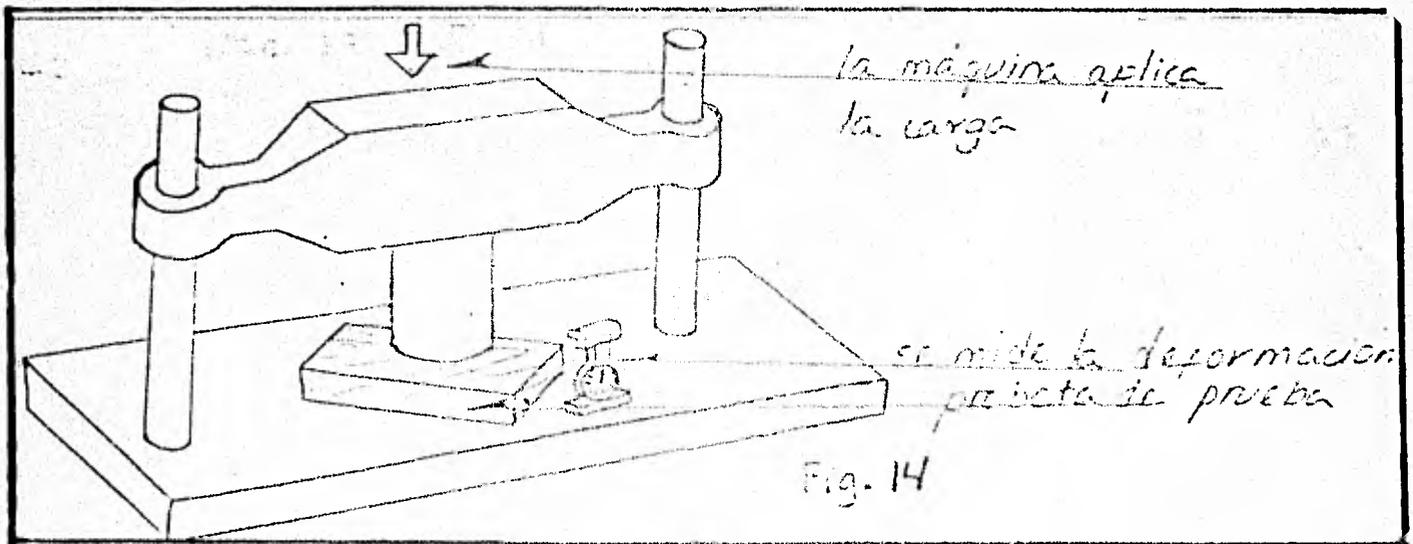
Al analizar las propiedades mecánicas de la madera es importante recordar que la resistencia de este material es diferente en cada eje direccional.

La importancia de las propiedades mecánicas de la madera en el diseño de estructuras o de cualquier objeto llevó a que se normalizara una serie de pruebas para medir dichas propiedades. En las normas, dictadas principalmente por ASTM (American Society for Testing and Materials), se especifican las medidas de las piezas empleadas para cada prueba, su contenido de humedad, su orientación y sus defectos. Para realizar estas pruebas generalmente se emplea una máquina universal que es capaz de aplicar cargas a distintas velocidades y de medir la deformación.

Compresión paralela al grano.- Se aplica tensión de manera que las fibras se acortan a lo largo (Fig. 13). Se toman datos de carga de deformación hasta más allá del límite de proporcionalidad, la máxima resistencia y el módulo de elasticidad.

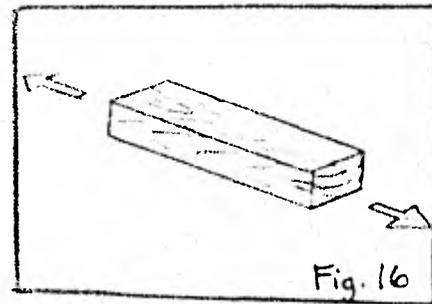
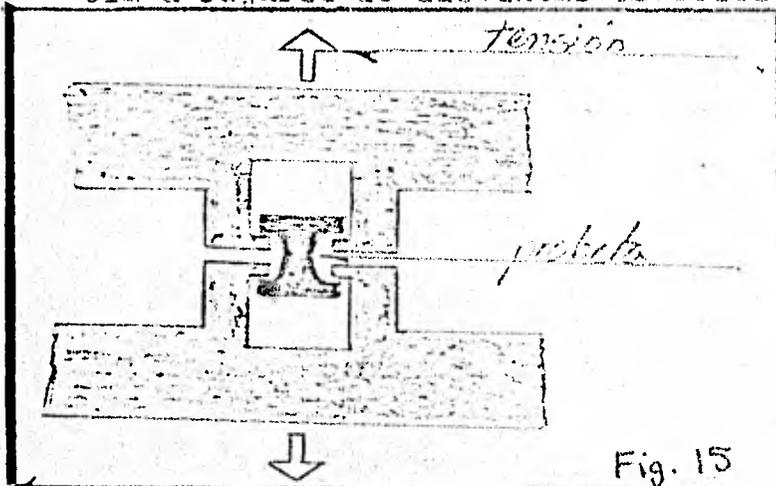


Compresión perpendicular al grano.- En esta prueba se aplica la fuerza en dirección perpendicular al grano. Se toman datos únicamente hasta que se alcanza el límite de proporcionalidad y sólo se calcula el valor de tensión de la fibra.



En general, los valores en compresión perpendicular al grano son mucho menores que los de compresión paralela. Es fácil comprender esto al recordar que los árboles están sujetos a compresión paralela al grano y su estructura evolucionó soportando esa tensión.

Tensión perpendicular al grano.- La prueba de la ASTM mide la tensión perpendicular al grano en la carga máxima pero no mide la deformación. El valor de la tensión es útil en la comparación de la tendencia a rajarse de distintas especies. (Fig. 15)



Tensión paralela al grano.- Es obvio que la madera es muy resistente en tensión paralela al grano; para comprenderlo basta imaginarse lo difícil que sería romper una pieza de madera jalándola por ambos extremos (Fig. 16). Hasta ahora no se le ha encontrado ninguna utilidad a esta propiedad y no se mide esta resistencia.

Cortante perpendicular al grano.- Debido al acomodo y estructura de las células longitudinales, la madera es muy resistente en cortante perpendicular al grano. Se pueden cortar delgados filetes perpendiculares al grano pero en cuanto se intenta cortar piezas de grueso considerable el tejido se destruye. Por estas razones no se practican pruebas de cortante perpendicular al grano.

Cortante paralelo al grano.- La resistencia en cortante paralelo al grano puede ser crítica en el doblado de vigas pequeñas y en el comportamiento de tableros compuestos. Las probetas empleadas en esta prueba son del tipo estilizado en la figura 17.

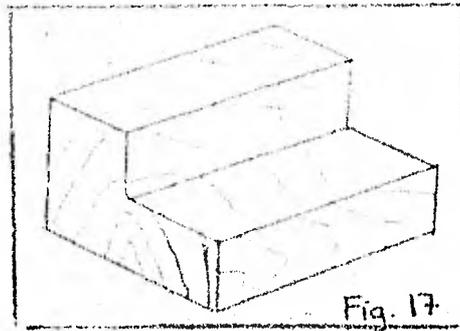


Fig. 17

Una viga es un miembro alargado que soporta carga en dirección perpendicular al grano; existen diversos tipos de vigas según el lugar donde soporten cargas y el número y colocación de sus apoyos.

Cuando se aplica una carga a una viga, la flexión resultante tiende a acortar o comprimir la superficie superior y a estirar la inferior (Fig. 18); los esfuerzos desarrollados son de compresión arriba y de tensión abajo. Los esfuerzos son máximos en las superficies y disminuyen hacia el eje central o eje neutro de la viga; también son máximos en los extremos y disminuyen hacia el centro.

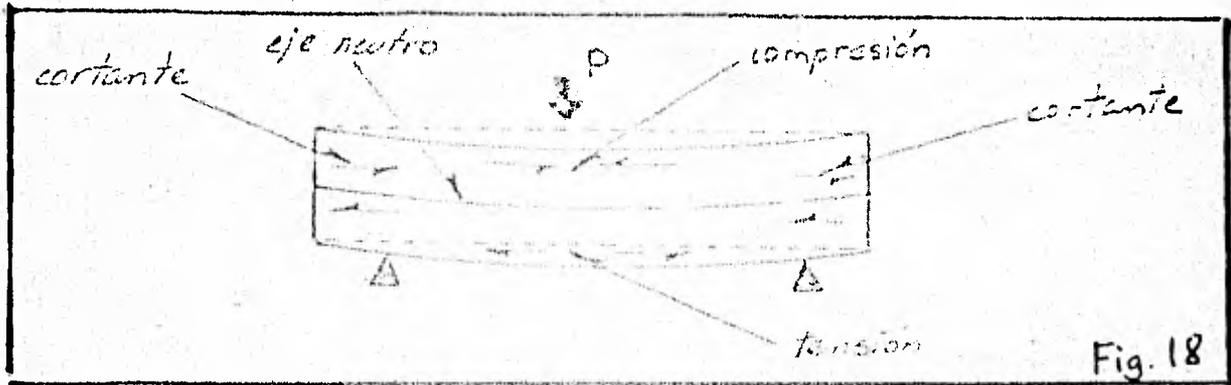


Fig. 18

La prueba se llama de flexión estática porque las cargas se aplican a velocidades bastante bajas; se mide carga y deformación. En la gráfica (Fig. 19) de estos valores, se ve la carga máxima ( $P_{max}$ ), y la deformación en el límite de proporcionalidad indica qué tan rígida es la viga.

Conociendo los valores de la carga y el ancho, el largo y el espesor de la viga, se emplea la fórmula:

$$T = K \frac{Pl}{bd^2} \quad \text{donde}$$

- P = carga
- l = longitud
- b = ancho
- d = espesor

para determinar la magnitud de los esfuerzos de flexión.

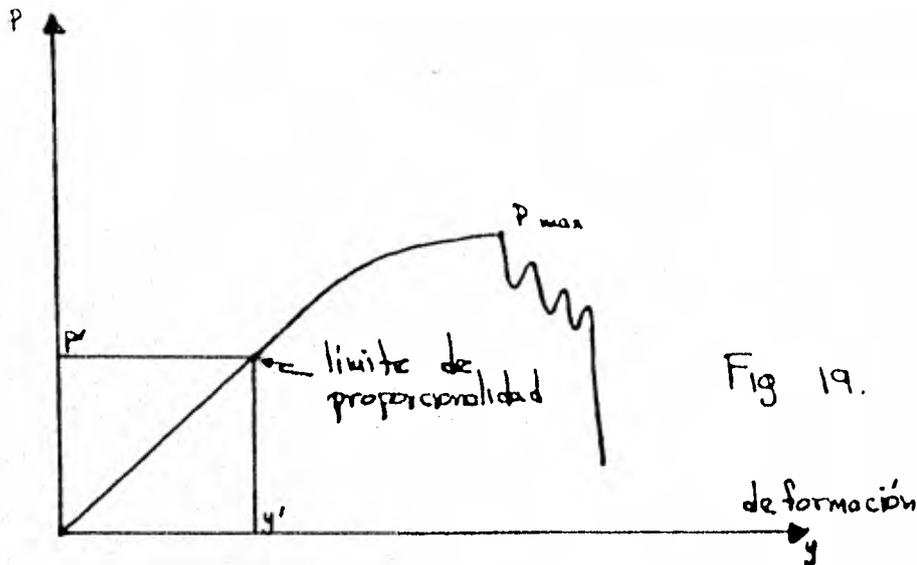


Fig. 19.

Para calcular la tensión máxima que es el módulo de ruptura (MOR), se emplea la misma fórmula con  $P=P_{max}$  (carga máxima).

La tensión en el límite de proporcionalidad se calcula empleando  $P'$  que es la carga en el límite de proporcionalidad.

El módulo de elasticidad se calcula con la fórmula:

$$MOE = K \frac{P'L^3}{Y'bd^3}$$

Aunque tradicionalmente se han empleado los valores de carga y deformación en el límite de proporcionalidad ( $P'$  e  $Y'$ ), puede emplearse cualquier pareja de valores.

En ingeniería se emplean variaciones de estas fórmulas en diseños de estructuras, para calcular tamaños, tipo de madera, distribución de vigas y apoyos, etc.

Existen varios factores que afectan la resistencia de la madera, algunos se deben a las condiciones ambientales en que se emplea el producto final y otros reflejan características naturales o anormales de la madera.

La resistencia aumenta, aunque no proporcionalmente, al disminuir el contenido de humedad. En la madera seca en estufa (desde verde) la resistencia máxima en compresión paralela al grano y la tensión de la fibra en compresión perpendicular al grano casi se triplican; el módulo de ruptura en flexión se duplica y la rigidez aumenta aproximadamente en un 50%.

El tiempo que se aplica la carga disminuye la resistencia de la madera pues existe una deformación extra que depende del tiempo.

En ocasiones la presencia de grano diagonal o es-  
piralado puede afectar negativamente la resistencia de fle-  
xión y tensión en las piezas.

Los nudos son los defectos más localizados de la  
madera y afectan la resistencia por tener una estructura ce-  
lular anormal que no tiene la misma dirección de grano que  
el resto de la madera. Una forma de estimar la resistencia  
de una pieza con nudos es imaginar cuál sería la resistencia  
de la pieza si tuviese agujeros en lugar de nudos.

Las pequeñas fallas y rajaduras también son defec-  
tos que afectan la resistencia y hay que considerarlos como  
mayores de lo que parecen para evaluar la pieza.

## APENDICE III

Indices de similitud para las especies del primer grupo (de bosques templados).

$$S = \frac{s}{s + d}$$

S = indice de similitud  
s = caracteres semejantes  
d = caracteres diferentes

Alnus arguta - Alnus jorulensis S = 26/34 = 76.4%

Quercus acutifolia - Quercus candicans S = 34/36 = 94.4%

Q. acutifolia - Q. crasifolia S = 33/36 = 91.6%

Q. candicans - Q. crasifolia S = 32/37 = 86.4%

S = 90.8%

Pinus ayacahuite - Pinus cembroides

P. ayacahuite - P. hartwegii S = 21/26 = 80.7%

P. ayacahuite - P. leiophylla S = 21/25 = 84.0%

P. ayacahuite - P. montezumae S = 30/33 = 90.9%

P. ayacahuite - P. patula S = 30/34 = 88.2%

P. ayacahuite - P. rudis S = 31/38 = 81.5%

P. ayacahuite - P. teocote S = 29/35 = 82.8%

P. cembroides - P. hartwegii S = 33/37 = 89.1%

P. cembroides - P. leiophylla S = 18/21 = 85.7%

P. cembroides - P. montezumae S = 22/26 = 84.6%

P. cembroides - P. patula S = 18/22 = 81.8%

P. cembroides - P. rudis S = 22/26 = 84.6%

P. cembroides - P. teocote S = 23/26 = 88.4%

P. hartwegii - P. leiophylla S = 22/26 = 84.6%

P. hartwegii - P. montezumae S = 19/24 = 79.1%

P. hartwegii - P. patula S = 20/24 = 83.3%

P. hartwegii - P. rudis S = 21/24 = 87.5%

P. hartwegii - P. teocote S = 22/24 = 91.6%

P. leiophylla - P. montezumae S = 20/24 = 83.3%

P. leiophylla - P. patula S = 20/24 = 83.3%

P. leiophylla - P. rudis S = 31/34 = 91.9%

P. leiophylla - P. teocote S = 32/38 = 84.2%

P. montezumae - P. patula S = 33/38 = 86.8%

P. montezumae - P. rudis S = 29/37 = 78.1%

P. montezumae - P. teocote S = 31/34 = 91.1%

P. patula - P. rudis S = 25/30 = 83.3%

P. patula - P. teocote S = 31/33 = 93.9%

P. rudis - P. teocote S = 30/34 = 88.2%

S = 89.3%

<u>Abies religiosa</u> - <u>Pinus ayacahuite</u>	S = 25/30 = 83.3%
<u>Abies religiosa</u> - <u>Pinus cembroides</u>	S = 20/26 = 76.9%
<u>Abies religiosa</u> - <u>Pinus hartwegii</u>	S = 19/24 = 79.1%
<u>Abies religiosa</u> - <u>Pinus leiophylla</u>	S = 24/30 = 80 %
<u>Abies religiosa</u> - <u>Pinus montezumae</u>	S = 20/26 = 76.9%
<u>Abies religiosa</u> - <u>Pinus patula</u>	S = 22/30 = 73.3%
<u>Abies religiosa</u> - <u>Pinus rudis</u>	S = 24/30 = 80 %
<u>Abies religiosa</u> - <u>Pinus teocote</u>	S = 24/29 = 82.7%

$$\bar{S} = 79.02\%$$

Abies religiosa - Juniperus lindleyi S = 18/21 = 85.7%

Abies religiosa - Cupressus lindleyi S = 18/21 = 85.7%

Juniperus lindleyi - Cupressus lindleyi S = 23/23 = 100 %

Alnus arcuta - Quercus acutifolia S = 21/30 = 64.4%

Alnus arcuta - Quercus candicans S = 22/34 = 54.7%

Alnus arcuta - Quercus crasifolia S = 19/32 = 59.3%

Alnus lorulensis - Quercus acutifolia S = 21/30 = 70 %

Alnus lorulensis - Quercus candicans S = 20/30 = 60.6%

Alnus lorulensis - Quercus crasifolia S = 18/31 = 58.06%

$$\bar{S} = 62.84\%$$

Cupressus lindleyi - Pinus ayacahuite S = 16/23 = 69.5%

Cupressus lindleyi - Pinus cembroides S = 17/23 = 73.9%

Cupressus lindleyi - Pinus hartwegii S = 13/18 = 72.2%

Cupressus lindleyi - Pinus leiophylla S = 17/23 = 73.9%

Cupressus lindleyi - Pinus montezumae S = 13/19 = 68.4%

Cupressus lindleyi - Pinus patula S = 16/23 = 69.5%

Cupressus lindleyi - Pinus rudis S = 18/23 = 78.2%

Cupressus lindleyi - Pinus teocote S = 17/22 = 77.2%

$$\bar{S} = 72.85\%$$

Juniperus lindleyi - Pinus ayacahuite S = 15/22 = 68.1%

Juniperus lindleyi - Pinus cembroides S = 16/22 = 72.7%

Juniperus lindleyi - Pinus hartwegii S = 12/17 = 70.5%

Juniperus lindleyi - Pinus leiophylla S = 13/18 = 72.2%

Juniperus lindleyi - Pinus montezumae S = 20/29 = 68.9%

Juniperus lindleyi - Pinus patula S = 15/22 = 68.1%

Juniperus lindleyi - Pinus rudis S = 17/23 = 73.9%

Juniperus lindleyi - Pinus teocote S = 16/21 = 76.1%

$$\bar{S} = 71.31\%$$

## APENDICE IV

Indices de similitud para las especies del segundo grupo  
(de bosque caducifolio).

$$S = \frac{s}{s + d}$$

S = índice de similitud  
s = caracteres semejantes  
d = caracteres diferentes

<u>Dendronanax arboreum</u> - <u>Oreopanax xalapensis</u>	S = 24/31 = 77.4%
<u>D. arboreum</u> - <u>Carpinus caroliniana</u>	S = 18/31 = 58.06%
<u>D. arboreum</u> - <u>Pseudobombax ellipticum</u>	S = 18/27 = 66.6%
<u>D. arboreum</u> - <u>Bursera simarouba</u>	S = 21/31 = 67.7%
<u>D. arboreum</u> - <u>Clethra mexicana</u>	S = 19/24 = 79.1%
<u>D. arboreum</u> - <u>Arbutus xalapensis</u>	S = 20/31 = 64.5%
<u>D. arboreum</u> - <u>Liquidambar macrophylla</u>	S = 22/31 = 70.9%
<u>D. arboreum</u> - <u>Persea americana</u>	S = 27/31 = 87.09%
<u>D. arboreum</u> - <u>Erythrina americana</u>	S = 15/27 = 55.5%
<u>D. arboreum</u> - <u>Psidium guajava</u>	S = 14/25 = 56%
<u>D. arboreum</u> - <u>Fraxinus udhei</u>	S = 18/25 = 69.23%
<u>D. arboreum</u> - <u>Platanus lindeniana</u>	S = 24/31 = 77.4%
<u>D. arboreum</u> - <u>Crataegus mexicana</u>	S = 14/25 = 56%
<u>D. arboreum</u> - <u>Saurauia belizensis</u>	S = 12/21 = 57.14%

<u>Oreopanax xalapensis</u> - <u>Carpinus caroliniana</u>	S = 17/31 = 54.8%
<u>O. xalapensis</u> - <u>Pseudobombax ellipticum</u>	S = 17/28 = 60.7%
<u>O. xalapensis</u> - <u>Bursera simarouba</u>	S = 21/32 = 65.6%
<u>O. xalapensis</u> - <u>Clethra mexicana</u>	S = 19/25 = 76%
<u>O. xalapensis</u> - <u>Arbutus xalapensis</u>	S = 18/32 = 56.2%
<u>O. xalapensis</u> - <u>Liquidambar macrophylla</u>	S = 20/32 = 62.5%
<u>O. xalapensis</u> - <u>Persea americana</u>	S = 26/32 = 81.2%
<u>O. xalapensis</u> - <u>Erythrina americana</u>	S = 16/29 = 55.2%
<u>O. xalapensis</u> - <u>Psidium guajava</u>	S = 15/26 = 57.6%
<u>O. xalapensis</u> - <u>Fraxinus udhei</u>	S = 17/27 = 62.9%
<u>O. xalapensis</u> - <u>Platanus lindeniana</u>	S = 21/32 = 65.6%
<u>O. xalapensis</u> - <u>Crataegus mexicana</u>	S = 17/26 = 65.3%
<u>O. xalapensis</u> - <u>Saurauia belizensis</u>	S = 11/22 = 50%

<u>Carpinus caroliniana</u> - <u>Pseudobombax ellipticum</u>	S = 14/27 = 51.8%
<u>C. caroliniana</u> - <u>Bursera simarouba</u>	S = 20/31 = 64.5%
<u>C. caroliniana</u> - <u>Clethra mexicana</u>	S = 13/24 = 54.1%
<u>C. caroliniana</u> - <u>Arbutus xalapensis</u>	S = 21/31 = 64.5%
<u>C. caroliniana</u> - <u>Clethra mexicana</u>	S = 13/24 = 54.1%
<u>C. caroliniana</u> - <u>Liquidambar macrophylla</u>	S = 21/31 = 67.7%
<u>C. caroliniana</u> - <u>Persea americana</u>	S = 16/31 = 51.6%
<u>C. caroliniana</u> - <u>Erythrina americana</u>	S = 17/27 = 62.9%
<u>C. caroliniana</u> - <u>Psidium guajava</u>	S = 15/25 = 60%
<u>C. caroliniana</u> - <u>Fraxinus udhei</u>	S = 16/26 = 61.5%
<u>C. caroliniana</u> - <u>Platanus lindeniana</u>	S = 19/31 = 61.2%
<u>C. caroliniana</u> - <u>Crataegus mexicana</u>	S = 16/25 = 64%
<u>C. caroliniana</u> - <u>Saurauia belizensis</u>	S = 14/21 = 66.6%

<u>Pseudobombax ellipticum</u> - <u>Bursera simarouba</u>	S = 17/28 = 60.7%
<u>P. ellipticum</u> - <u>Clethra mexicana</u>	S = 18/24 = 75%
<u>P. ellipticum</u> - <u>Arbutus xalapensis</u>	S = 13/23 = 57.8%
<u>P. Ellipticum</u> - <u>Liquidambar macrophylla</u>	S = 21/29 = 75%
<u>P. Ellipticum</u> - <u>Persea americana</u>	S = 17/26 = 65.3%
<u>P. Ellipticum</u> - <u>Erythrina americana</u>	S = 13/24 = 54.1%
<u>P. Ellipticum</u> - <u>Psidium guajava</u>	S = 14/23 = 60.8%
<u>P. Ellipticum</u> - <u>Fraxinus udhei</u>	S = 13/23 = 57.8%
<u>P. Ellipticum</u> - <u>Platanus lindeniana</u>	S = 19/28 = 67.9%
<u>P. Ellipticum</u> - <u>Crataegus mexicana</u>	S = 17/24 = 70.8%
<u>P. Ellipticum</u> - <u>Saurauia belizensis</u>	S = 13/20 = 65%

<u>Bursera simarouba</u> - <u>Clethra mexicana</u>	S = 15/24 = 62.5%
<u>B. simarouba</u> - <u>Arbutus xalapensis</u>	S = 14/32 = 43.7%
<u>B. simarouba</u> - <u>Liquidambar macrophylla</u>	S = 15/32 = 50%
<u>B. simarouba</u> - <u>Persea americana</u>	S = 24/32 = 75%
<u>B. simarouba</u> - <u>Erythrina americana</u>	S = 16/28 = 57.1%
<u>B. simarouba</u> - <u>Psidium guajava</u>	S = 17/26 = 65.3%
<u>B. simarouba</u> - <u>Fraxinus udhei</u>	S = 20/27 = 74.07%
<u>B. simarouba</u> - <u>Platanus lindeniana</u>	S = 17/32 = 53.1%
<u>B. simarouba</u> - <u>Crataegus mexicana</u>	S = 12/26 = 46.1%
<u>B. simarouba</u> - <u>Saurauia belizensis</u>	S = 9/22 = 40.9%

<u>Clethra mexicana</u> - <u>Arbutus xalapensis</u>	S = 19/25 = 76%
<u>C. mexicana</u> - <u>Liquidambar macrophylla</u>	S = 19/25 = 76%
<u>C. mexicana</u> - <u>Persea americana</u>	S = 20/25 = 80%
<u>C. mexicana</u> - <u>Erythrina americana</u>	S = 14/25 = 56%
<u>C. mexicana</u> - <u>Psidium guajava</u>	S = 16/23 = 69.5%
<u>C. mexicana</u> - <u>Fraxinus udhei</u>	S = 14/22 = 63.6%
<u>C. mexicana</u> - <u>Platanus lindeniana</u>	S = 20/25 = 80%
<u>C. mexicana</u> - <u>Crataegus mexicana</u>	S = 18/25 = 72%
<u>C. mexicana</u> - <u>Saurauia belizensis</u>	S = 15/21 = 71.4%

<u>Arbutus xalapensis</u> - <u>Liquidambar macrophylla</u>	S = 28/32 = 87.5%
<u>A. xalapensis</u> - <u>Persea americana</u>	S = 18/32 = 56.25%
<u>A. xalapensis</u> - <u>Erythrina americana</u>	S = 14/28 = 50%
<u>A. xalapensis</u> - <u>Psidium guajava</u>	S = 13/26 = 50%
<u>A. xalapensis</u> - <u>Fraxinus udhei</u>	S = 16/27 = 59.2%
<u>A. xalapensis</u> - <u>Platanus lindeniana</u>	S = 27/32 = 84.3%
<u>A. xalapensis</u> - <u>Crataegus mexicana</u>	S = 14/26 = 53.8%
<u>A. xalapensis</u> - <u>Saurauia belizensis</u>	S = 14/22 = 63.6%

<u>Liquidambar macrophylla</u> - <u>Persea americana</u>	S = 21/32 = 65.6%
<u>L. macrophylla</u> - <u>Erythrina americana</u>	S = 17/28 = 60.7%
<u>L. macrophylla</u> - <u>Psidium guajava</u>	S = 16/26 = 61.5%
<u>L. macrophylla</u> - <u>Fraxinus udhei</u>	S = 17/28 = 60.7%
<u>L. macrophylla</u> - <u>Platanus lindeniana</u>	S = 25/32 = 78.1%
<u>L. macrophylla</u> - <u>Crataegus mexicana</u>	S = 16/26 = 61.5%
<u>L. macrophylla</u> - <u>Saurauia belizensis</u>	S = 16/22 = 72.7%

<u>Persea americana</u> - <u>Erythrina americana</u>	S = 17/28 = 60.7%
<u>P. americana</u> - <u>Psidium guajava</u>	S = 15/26 = 57.6%
<u>P. americana</u> - <u>Fraxinus udhei</u>	S = 31/27 = 77.7%
<u>P. americana</u> - <u>Platanus lindeniana</u>	S = 21/32 = 65.6%
<u>P. americana</u> - <u>Crataegus mexicana</u>	S = 16/26 = 61.5%
<u>P. americana</u> - <u>Saurauia belizensis</u>	S = 12/22 = 54.5%
<u>Erythrina americana</u> - <u>Psidium guajava</u>	S = 17/26 = 65.3%
<u>E. americana</u> - <u>Fraxinus udhei</u>	S = 14/23 = 60.8%
<u>E. americana</u> - <u>Platanus lindeniana</u>	S = 15/28 = 57.1%
<u>E. americana</u> - <u>Crataegus mexicana</u>	S = 18/26 = 69.2%
<u>E. americana</u> - <u>Saurauia belizensis</u>	S = 15/22 = 63.6%
<u>Psidium guajava</u> - <u>Fraxinus udhei</u>	S = 13/21 = 61.9%
<u>P. guajava</u> - <u>Platanus lindeniana</u>	S = 14/26 = 53.8%
<u>P. guajava</u> - <u>Crataegus mexicana</u>	S = 19/25 = 79.1%
<u>P. guajava</u> - <u>Saurauia belizensis</u>	S = 16/22 = 72.7%
<u>Fraxinus udhei</u> - <u>Platanus lindeniana</u>	S = 16/27 = 59.2%
<u>F. udhei</u> - <u>Crataegus mexicana</u>	S = 13/23 = 56.5%
<u>F. udhei</u> - <u>Saurauia belizensis</u>	S = 10/19 = 52.6%
<u>Platanus lindeniana</u> - <u>Crataegus mexicana</u>	S = 14/26 = 53.8%
<u>P. lindeniana</u> - <u>Saurauia belizensis</u>	S = 13/22 = 59.09%
<u>Crataegus mexicana</u> - <u>Saurauia belizensis</u>	S = 16/22 = 72.7%

## BIBLIOGRAFIA

- ACOSTA, I. 1967. Descripción anatómica, propiedades físicas y algunos usos de 25 maderas de Costa Rica. Turrialba, C. R., Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas.
- ARCIA GONZALEZ, D. I. 1979. Anatomía y características físicas de la madera de tres encinos del Estado de México. Tesis Ing. Chapingo, Méx., Escuela Nacional de Agricultura.
- BARAJAS MOHALES, J., ECHENIQUE-MANRIQUE, R. Y CARMONA VALDOVINOS, T.F. 1981. Estructura e identificación. Xalapa; Ver., Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. (la Madera y su Uso en el Construcción, - No. 3)
- BARD, R. 1978. Successful Wood Book. Farmington, Mich. --- Structures Pub. Co.
- BECERRA MARTINEZ, J. 1977. Usos probables de la Madera de dos encinos del Estado de Durango. Ciencia Forestal ---- 2(5):3-12.
- BETTS, H.S. 1945. American basswood. Washington, D. C., - USDA, Forest Service.
- BETTS, H. S. 1945. Black Cherry. Washington, D. C., USDA, Forest Service.
- BETTS, H. S. 1945. Cottonwood. Washington, D.C., USDA, -- Forest Service.
- BRAZIER, J. D. 1965. An assesment of the incidence and --- significance of spiral grain in young conifer trees. --- Forest Products Journal 15(8):308-312.
- BRAZIER, J.D. 1975. Changing pattern of research in wood anatomy. Journal of Microscopy 104(Part I):53-64.

- BRAZIER, J. D. 1980. Discerning the dipterocarps. *TTJ* --  
Hardwoods supplement, August 1980: 56-57.
- BRAZIER, J. D. 1973. End-use grading hardwoods. In ----  
International Union of Forestry Research Organizations.  
Division 5. Republic of South Africa, 1973. Proceedings.  
s.n.t. V. 2, pp. 81-85.
- BRAZIER, J. D. 1974. The implications of using inorganic  
salt flame-retardant treatments with timber. Garston, -  
Building Research Establishment (BRE Information Paper -  
13).
- BRAZIER, J. D. 1979. Never mind about the trees, what ----  
about the wood? Garston, Building Research Establishment,  
(BRE Information Paper 12)
- BRAZIER, J. D. y Webster, C. 1977 Los requisitos de las --  
aplicaciones como normas madereras. *Unasylna* 29 (117): -  
15-19.
- BRAZIER, J. D. 1977. Standards for panel products. -----  
Garston, Building Research Establishment (BRE Information  
Paper 3).
- BRAZIER, J. D. 1972. Why teak? (and can other timbers ---  
match its performance?) *Timberland news*. (13):2
- CARMONA VALDOVINOS, T.F. 1979. Características histológi-  
cas de la madera de cuatro especies del bosque caducifo-  
lio de México. Tesis Biol. México. Facultad de Ciencias  
UNAM.
- CARMONA VALDOVINOS, T.F. Y CEBALLOS FERRIZ, S. 1981. Ban-  
co de información de estudios tecnológicos de maderas --  
que vegetan en México. México, Instituto Nacional de In-  
vestigaciones Forestales. 2 V. (Catálogo 2 y 3).
- CRITCHFIELD, W.B. -Y. LITTLE, L. E. 1966. Geografic ----  
Distribution of the pines of the world. Washington, D.C.,  
USDA, Forest Service.
- DAVALOS SOTELO, R. Y SANCHEZ, J. M. 1976. Características

mecánicas de tres especies de pino y sus usos en estructuras con madera en rollo (postes). Tesis Ing. México, - Facultad de Ingeniería UNAM.

ECHENIQUE-MANRIQUE, R. Y BECERRA, J. 1969. Algunas características físico-mecánicas de la madera de tres especies de la cordillera neo-volcánica. Notas Tec. Inst. Nal. Invest. For. (6):1-4.

ECHENIQUE-MANRIQUE, R. Y CARMONA VALDOVINOS, T.F. 1980. - Optimizing the use of wood; some experiences in Mexico. In IUFRO Division 5- Forest Products. (Oxford, Engl., -- April 8-16).

ESPINOLA, A. CH. y ENRIQUEZ, M. T. 1967. Determinación de las propiedades físico-mecánicas de la madera de Pinus pseudostrobus como material de construcción. Tesis Ing. México, Escuela Militar de Ingenieros.

FIREWOOD CROPS. 1980. Washington, D. C. National Academy of Science.

FLAMAND, R. J. L. 1964. Contracción lineal de Pinus montezumae Lamb. Notas Tec. Inst. Nal. Invest. For. (5): 1-4.

GEREZ, P. 1982. Comunicación personal.

GOLDBERG, A. 1982. Comunicación personal.

GOMEZ-NAVA, M. del S., ECHENIQUE-MANRIQUE, R. Y SALINAS-QUI NARD, R. 1969. Indices de laboratorio sobre resistencia de la madera a la madera de once especies forestales mexicanas. Bol. Téc. Inst. Nal. Invest. For. (31):1-40.

GROWING RED ALDER FOR PROFIT. 1964. Oregón, Oregon State - University. Cooperative Extension Service. (Extension -- Circular, 725).

GURIDI-GOMEZ, L. 1980. La madera en las artesanías del Estado de Michoacán. Bol. Div. Inst. Nal. Invest. For. -- (50):11-91.

HERRERA RODRIGUEZ, J. A., GOMEZ-NAVA, M. del S. Y HERRERA -

- HERRERA RODRIGUEZ, J. A., GOMEZ NAVA, M. del S. Y HERRERA - BAILON, A. 1976. Durabilidad natural de la madera de especies forestales mexicanas. Bol. Tec. Inst. Nal. Invest. For. (52):5-21.
- HERRERA RODRIGUEZ, J., GOMEZ NAVA, M. del S. y BARRETERO GOMEZ, E. 1967. Durabilidad natural de la madera de catorce especies forestales mexicanas. Bol. Tec. Inst. Nal. Invest. For. (67):12-16.
- A HANDBOOK OF SOFTWOODS. 1966. London, Forest Products -- Research Laboratory.
- HIGHLEY, T. L. Y SCHEFFER, T. C. 1970. Natural decay ---- resistance of 30 peruvian woods. Washington, D. C., USDA Forest Service.
- HOADLEY, R.B. 1980. Understanding Wood. Newton, Conn. --- Tauton Press.
- HUERTA CRESPO, J. 1976. Anatomía de la madera de doce especies de coníferas mexicanas. Bol. Tec. Inst. Nal. Inves. For. (51):7-56.
- THE INTERNATIONAL BOOK OF WOOD. 1976. U.S.A. Simon and --- Schuster.
- KRIBS, D. A. 1968. Commercial foreign woods on the ----- american market. New York. Dover Publs.
- KUKACHKA, B. F. 1962. Characteristics of some imported -- woods. Madison, Wisc. Forest Products Laboratory.
- KUKACHKA, B. F. 1960. Maruba (Simaruba amara Ambl.) ----- Madison, Wisc. Forest Products Laboratory.
- KUKACHKA, B. F. 1964. Spanish cedar (Cedrela spp). Madison, Wisc. Forest Products Laboratory.
- LASTRA, R. J. A. 1967. Some structural and technological characteristics of the wood of Alnus jorullensis from the region of Manizales, Colombia. Bol. For. Fac. Ing. For., Univ. de Tolima. 1 (1):27-32.

- MANGERA, O. 1956. Contribución al conocimiento de la anatomía microscópica de algunas especies de pinos mexicanos. México. Inst. Nal. Invest. For.
- MARTINEZ, M. 1979. Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas. México. Fondo de Cultura Económica.
- MARTINEZ, M. 1948. Los pinos mexicanos. México, Ed. Botas.
- MASS PORRAS, J. 1977. Los encinos como fuente potencial de madera para celulosa y papel en México. Ciencia Forestal 2 (9):39-58.
- MILLS, T.H. 1957. Timber trees of Northern Chiapas. México, Imprenta Cosmos.
- MEXICO. CAMARA NACIONAL DE LAS INDUSTRIAS DERIVADAS DE LA SILVICULTURA. 1981. Memoria Económica 1980-1981. México CNIDS.
- MEXICO. SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS. 1979. Plan de desarrollo agropecuario y forestal 1980-1982. Diagnóstico global del Distrito de Temporal No. 1. México, SARH. V.2.
- MEXICO. SUBSECRETARIA FORESTAL Y DE LA FAUNA. 1976. Anuario de la producción forestal en México. México, SARH.
- MEXICO. SUBSECRETARIA FORESTAL Y DE LA FAUNA. 1976. Estadísticas del recurso forestal de la República Mexicana. México, SARH.
- MEXICO SUBSECRETARIA FORESTAL Y DE LA FAUNA. 1967. Magnitud de los recursos forestales de México. México, SARH.
- MYERS, N. 1981. Dejémoslos producir; bosques tropicales húmedos. CIID Informa 10(1):8-9.
- NAJERA Y ANGULO, F. 1969. Estudio de las principales maderas comerciales de frondosas peninsulares. Madrid, Ministerio de Agricultura, Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias.

- PANSHIN A.J. Y DE ZERUW, C. 1970. Textbook of wood -----  
technology. New York, Mc. Graw Hill.
- PAZ PEREZ-OLVERA, C. de la. 1974. Anatomía de la madera -  
de cinco especies de encinos de Durango. Bol. Tec. ----  
Inst. Nal. Invest. For. (43): 7-35.
- PAZ PEREZ-OLVERA, C. de la, Y OLVERA CORONEL, P. 1981. Ana-  
tomía de la madera de 16 especies de coníferas. Bol. --  
Tec. Inst. Nal. Invest. For. (69).
- PAZ PEREZ-OLVERA, C. de la. 1976. Características anatóni-  
cas de cinco especies de encinos de México. Bol. Tec. -  
Inst. Nal. Invest. For. (46).
- PAZ PEREZ-OLVERA, C. de la, Y CORRAL LOPEZ, G. 1980. Estu-  
dio anatómico de la madera de once especies de angios--  
permas. Bol. Tec. Inst. Nal. Invest. For. (64): 3-79.
- PENNINGTON, T. D. Y SARUKHAN, J. 1968. Arboles tropicales  
de México. México, Instituto Nacional de Investigacio--  
nes Forestales.
- QUINONES OLGUIN, J.O. 1974. Características físicas y me-  
cánicas de cinco especies mexicanas. Bol Tec. Inst. ---  
Nal. Invest. For. (42): 5-19.
- REBOLLAR, S. 1977. La madera del *Alnus firmifolia* y sus -  
usos. Ciencia Forestal 2(8).
- RICHARDSON, D. 1977. Un dilema como el de Fausto. Unasyll-  
va 29 (117): 12-14.
- ROMERO ANAYA, G., PAZ PEREZ-OLVERA, C. de la Y CORRAL LO--  
PEZ, G. 1978. Características anatómicas y físico-mecá-  
nicas de ocho especies de coníferas de Baja California  
Norte. Bol. Tec. Inst. Nal. Invest. For. (57): 5-48.
- RUIZ, D. 1968. Anatomía de la madera de cinco especies de  
pináceas mexicanas. Tesis Biol. México, UNAM, Facultad  
de Ciencias.
- RZEDOWSKY, J. Y RZEDOWSKY, G. 1979. Flora fanerogámica --  
del Valle de México. México, CECOSA.

- RZEDEWSKY, J. 1978. Vegetación de México. México, Ed. Limusa.
- SANCHEZ, O. 1969. La flora del Valle de México. México, - Ed. Herrero.
- SCHULZ, H. Y VON GRATTHUS, OKN. 1969. Investigación de algunas especies arbóreas de los bosques tropicales de México. México, México y sus Bosques (25): 4-22.
- SILVERBERG, S.B. Y LERIDA DE MAYORCA. 1972. Durabilidad relativa de la parte central y media externa del tronco de 32 maderas de los llanos occidentales. Mérida, Venezuela, Laboratorio Nacional de Productos Forestales.
- STANDLEY, P. 1926. Trees and shrubs of Mexico. Washington D.C., Smithsonian Institution.
- TITMUS, F. H. 1971. Comercial timbers of the world. London, Technical Press.
- WEBSTER, C. 1978. Timber selection by properties; the species for the job. Part I.
- WOOD TECHNOLOGY LABORATORY. INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS. Report on a wood testing program carried out for the UNDP Project 162, survey and development of selected forest areas. Costa Rica. Turrialba, C.R., Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas.
- YOUNGS, R. 1977. Investigación sobre el uso de maderas tropicales. Unasylva 29 (117): 9-11.