

1963

---

---

# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

---

---

FACULTAD DE AGRONOMIA



## IMPORTANCIA ECOLOGICA Y DE EXPLOTACION DEL GENERO *Pinus* EN EL ESTADO DE JALISCO

---

---

**TESIS PROFESIONAL**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO  
**P R E S E N T A N**  
JOSE MANUEL BECERRA LIZARDI  
ALEJANDRO DEL TORO NAVARRO  
MARTIN AGUAYO RON  
DANIEL GUTIERREZ REYES  
GUADALAJARA JALISCO, MAYO 1993

---

---



LABORATORIO  
BOSQUE LA PRIMAVERA  
CENTRO DE DOCUMENTACION  
& INFORMACION



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA  
FACULTAD DE ACRONOMIA

SECCION ESCOLARIDAD  
PRECEDENTE  
NUMERO 0485/93

26 de abril de 1993

C. PROFESORES:

ING. GREGORIO NIEVES HERNANDEZ, DIRECTOR  
ING. JOSE MA. AYALA RAMIREZ, ASESOR  
ING. CARLOS R. GONZALEZ FLORES, ASESOR

Con toda atención me permito hacer de su conocimiento, que habiendo sido aprobado el Tesis de Tesis:

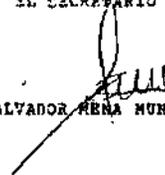
IMPORTANCIA ECOLOGICA Y DE EXPLOTACION DEL GENERO Pinus EN EL  
ESTADO DE JALISCO

presentado por el (los) PASARTE (ES) JOSE MANUEL BECERRA LIZARDI, ALEJANDRO  
DEL TORO NAVARRO, MARTIN AGUAYO RON Y DANIEL GUTIERREZ REYES

han sido ustedes designados Director y Asesores, respectivamente, para el desarrollo de la misma.

Ruego a ustedes se sirvan hacer del conocimiento de esta Dirección su Dictamen en la revisión de la mencionada Tesis. Entre tanto, me es grato reiterarles las seguridades de mi atenta y distinguida consideración.

A P E T A N I E N T E  
" P I E N S A Y T R A B A J A "  
EL SECRETARIO

  
M.C. SALVADOR HERRA MUNGUIA.

tyr\*

man



**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**  
**FACULTAD DE AGRONOMIA**

Sección ESCOLARIDAD  
 Expediente .....  
 Número 0485/93

26 de abril de 1993

ING. JOSE ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL  
 DIRECTOR DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA  
 DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA  
 PRESENTE

Habiendo sido revisada la Tesis del (los) Pasante (es)  
JOSE MANUEL BECERRA LIZARDI, ALEJANDRO DEL TORO NAVARRO,  
MARTIN AGUAYO RON Y DANIEL GUTIERREZ REYES

titulada:

IMPORTANCIA ECOLOGICA Y DE EXPLOTACION DEL GENERO PINUS EN EL  
 ESTADO DE JALISCO

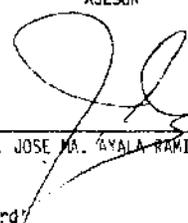
Damos nuestra Aprobación para la Impresión de la misma.

DIRECTOR

  
 \_\_\_\_\_  
 ING. ROSENDO NIEVES HERNANDEZ

ASESOR

ASESOR

  
 \_\_\_\_\_  
 ING. JOSE M. AYALA RAMIREZ

  
 \_\_\_\_\_  
 ING. CARLOS R. GONZALEZ FLORES

srd/

man

Al contestar debe indicar el tipo, fecha y número

## AGRADECIMIENTO

### A NUESTRA UNIVERSIDAD

Con profundo agradecimiento, porque en ella hemos adquirido los conocimientos y formación necesaria, para poder desarrollarnos, tanto profesional como humanamente.

### A LA FACULTAD DE AGRONOMIA

Con agradecimiento, por todos los conocimientos profesionales que nos brindó.

### A NUESTRO DIRECTOR Y ASESORES DE TESIS

Por su valioso apoyo para la realización de este trabajo.

### A TODOS NUESTROS MAESTROS

Gracias.

# INDICE

RESUMEN.....	i
I INTRODUCCION.....	1
II OBJETIVOS.....	3
III REVISION DE LITERATURA.....	4
3.1 Antecedentes.....	4
IV MATERIALES Y METODOS.....	19
A) Las Pináceas.....	19
B) Descripción Botánica.....	21
C) Producto de los Pinos.....	53
D) La Madera.....	54
E) Preservación de las Maderas.....	55
F) Tecnología Química de la Madera.....	57
G) Especies Ricas en Trementina.....	65
H) Aserradero.....	66
1) Trabajo de un Aserradero.....	81
J) Resinas.....	83
K) Trementina.....	87
L) Brea.....	90
M) Aguarrás.....	93
N) Productos de la Destilación de Maderas.....	96
O) El Carbón.....	98
P) Alquitrán de Madera y Jugo Piroleñoso.....	99
V CONCLUSIONES.....	102
VI RECOMENDACIONES.....	104
VII BIBLIOGRAFIA.....	105

## RESUMEN

El presente trabajo, producto de investigaciones y observaciones propias, pretende dar una visión panorámica de los métodos de aprovechamiento, industrialización y utilización de algunos de los principales productos forestales, maderables y no maderables, a fin de basar en ella actividades de enseñanza e investigación, que propicien un conocimiento amplio y profundo de su problemática y de la importancia que tienen los sectores de la población rural forestal, que fundamentan en ellos una parte de su economía y -- que a la vez son y pudiesen ser cada vez más importantes -- fuentes de divisas para la economía del país.

Dado su objetivo integrador, en el trabajo y para cada producto exponemos en forma breve la descripción, habitat y distribución de las especies forestales de que se obtiene.

## I. INTRODUCCION

La importancia de los recursos forestales en México y en los países que los poseen, radica en que en términos generales cumplen con dos funciones fundamentales: producción de materias primas y protección a otros recursos. Dentro de la primera función, sin que esto signifique orden de importancia, es posible diferenciar la producción de materias primas forestales maderables de las no maderables. Los productos forestales no maderables juegan un importante papel como fuentes de trabajo y de satisfactores para una gran cantidad de comunidades rurales sin que, a nuestro juicio, se les haya ponderado adecuadamente; ni en el aspecto de la enseñanza, ni en el de la práctica profesional forestal. La conciencia de su importancia no ha sido colectiva ni global, sino sólo individual y parcial, lo que ha propiciado que la información existente relativa a ellos se encuentre dispersa, fraccionada y sin coherencia. Para subsanar esta deficiencia, se consideró importante un trabajo que integre a los principales productos forestales no maderables, caracterizando las especies forestales, los métodos de aprovechamiento, su industrialización primaria, así como información relativa a su producción, comercialización y usos.

La importancia de los recursos forestales, en términos-

generales, cumplen o pueden cumplir tres funciones fundamentales: producción de materias primas, protección a otros recursos y/o recreación y fines escénicos. Dentro de la primera función, sin que ésto signifique orden de importancia, es posible diferenciar la producción de materias primas forestales maderables de las no maderables. Los productos forestales no maderables juegan un importante papel como fuentes de trabajo y de satisfactores para una gran cantidad de comunidades rurales, sin que tengan la importancia adecuada.

Los principales productos forestales no maderables, son por el volumen de producción: la resina de pino, las fibras, las ceras y la de barbasco.

Sobre esta base, el presente trabajo contiene el tratamiento de los siguientes productos: resina de pino y sus derivados primarios, brea y aguarrás; productos de la destilación seca de la madera (carbón, alquitrán y ácido piroleñoso).

## II. OBJETIVOS

- Integrar información sobre los procesos de las especies -- forestales y sus productos maderables ampliamente, con observaciones personales, con el fin de que pueda se--- guir como base para actividades de enseñanza e investi- gación.
- Integrar datos sobre las especies forestales y sus pro- ductos no maderables.
- Estimular el estudio de los recursos naturales, para su protección y aprovechamiento.
- Proporcionar información técnica sobre sistemas de ex-- tracción de aguarrás, trementina y brea, así como de - aserraderos.

### III. REVISION DE LITERATURA

#### 3.1 Antecedentes

Quando los primeros exploradores comenzaron a llevar plantas colectadas de México a otros países para sus estudios, inmediatamente atrajeron la atención de eminentes investigadores. Era evidente la enorme variedad que ya se vislumbraba a principios del siglo pasado, apenas con unos cuantos especímenes. La familia Pinaceae y en especial el género Pinus, objeto de este trabajo, no fue la excepción.

Sobre ellos se han hecho bastantes publicaciones que cubren los aspectos más variados.

Pinus (Tourn) L., es un nombre clásico en latín. El género Pinus, tal y como lo propuso Linneo, originalmente contenía diez especies: Sylvestris, Pinea, Taeda, Cembra, Strobilus, Cedrus, Larix, Picea, Balsamea y Abies. En dicho género quedaron incluidos tres géneros pre-Linneanos, Pinus, Abies y Larix consignados por Tournefort. Un poco antes, Linneo había seguido con fidelidad la circunscripción dada por Tournefort sobre Pinus. El lectótipo, Pinus sylvestris L., fue seleccionado por Britton y Shaffer y confirmado por Hitchcock y Green.

Pronto el género fue remodelado y corregido por Miller-

quien mientras seguía los lineamientos de Tournefort, no citó a Linneo y segregó a Abies y Larix como géneros independientes. Posteriormente fueron separados Cedrus por Trew (Cedrorum libani) y Picea por A. Dietrich. Sin embargo, después de más de un siglo, Parlatores continuó usando la circunscripción de Pinus L., sens. lat. Casi todos los especialistas contemporáneos a él, aceptaron a Pinus L., sens. strict. tal y como lo había corregido Miller.

La monografía más antigua que se conoce con relación al género, fue la publicada por Aymer Bourke Lambert en 1824; en ella hizo referencia a las especies europeas exclusivamente.

Los pinos mexicanos comenzaron a ser descritos y caracterizados hace alrededor de 160 años. Dierich Franz Leonhard von Schlechtendal y Louis Charles Adelaide Chamisso, escribieron la primera descripción de Pinus teocote en 1830. En 1832, Joseph Gerhard Zuccarini clasificó a P. cembroides, y lo nominó de ese modo por su notable parecido con P. cembra, una especie europea distribuida al Norte de la Península Itálica. A partir de allí, empezaron a publicarse una serie de nombres a estudiosos de Norteamérica y de Europa, principalmente. Entre los europeos destacaron por sus contribuciones John Lindley, quien en 1839 describió, entre otras plantas a P. hartwegii, P. devoniana (= P. michoacana), P. russelliana y P. macrophyllus (ambos sinónimos de P. montezumae), P. pseudostrobus, P. acapulcensis (= P. pseudostrobus) en base-

ejemplares colectados en México por Harteeg en 1838. George Gordon en 1847 publicó como nuevos a P. orizabeae (= P. renvilleae (= P. michoacana), P. winchesteriana (= P. michoacana var. cornuta) y dió a conocer como válido el nombre de P. gordoniana Hartweg (considerada en estos momentos como una variante menor de P. montezumae. El Doctor Michael P. Frankis de la Universidad de Newcastle, U.K. (carta a Servando Carvajal, 12 Marz 1986), tenía la idea en esa fecha, de introducir la combinación P. montezumae var. gordoniana (Harteeg) Frankis, considerando la siguiente descripción: foliis uinis tenuibus minutissime serrulatis longissimis, vagina quamosa, subscariosa, strobilis pendulis subsolitariis obo-oblongis rectiusculis, squamis rhomboideis vix pyramidatis rugosis obtusis, semine parvo ala semilanceolata obtusa).

Frederick Adolphus Wiegand (1850), describió varias especies de plantas, entre las que se encontraban algunos Pinus, pero él, al igual que otros de sus contemporáneos, escribieron generalidades, convirtiendo la nomenclatura de su tiempo en algo verdaderamente confuso. Elie Abel Carrière en 1854, propuso como especies nuevas para la ciencia a P. chihuahuana, P. engelmannii, P. edulis y P. strobiformis; éste mismo autor publicó un tratado general de las coníferas, donde dio para cada especie su descripción, sinónimos, nombres comunes, habitat, y, para algunas, datos sobre su cultivo. Benedict Roezl fue un botánico alemán que visitó México en 1855; describió en 1857 no menos de 82 especies nuevas de Pinus.

nus, la mayoría de los alrededores del Valle de México.

En 1858 Gordon, con la asistencia de R. Glendinning, - compiló y publicó su Pinetum, en el que presentó un resumen de todo lo conocido sobre pinos hasta ese tiempo, por lo que se le consideró como uno de los trabajos más completos sobre el género. En 1875 apareció una edición nueva de ese mismo - estudio, totalmente revisado y puesto al día.

George Engelmann dio a luz su investigación titulada -- "Revisión del género Pinus" en 1880, con características muy similares al de Gordon, pero con una referencia mayor a los pinos mexicanos, enriquecida con datos anatómicos y morfológicos, citando además, la distribución con el nombre de las - localidades.

Durante la última parte del siglo pasado, muchos botáni - cos de renombre, tales como Edward William Nelson, Edward Al - phonso Goldman, Joseph Nelson Rose, Cyrus Guernsey Pringle y el propio George Russel Shaw, exploraron algunas regiones de México y recolectaron un gran número de especímenes. En base a uno de esos ejemplares, Shaw (1904) publicó Pinus nelsoni, - como una nueva entidad. Este mismo autor, en base a sus deta - lladas observaciones y estudio de ejemplares, tuvo la oportu - nidad de dar a conocer su obra "Los pinos de México" (The pi - nes of Mexico) (1909), considerada como una monografía clási - ca de las especies mexicanas, cimiento de muchos trabajos ac - tuales.. Cinco años más tarde, es decir, en 1914, el mismo - Shaw publicó otro libro denominado "El género Pinus" (The -

genus Pinus), una monografía a nivel mundial en base a una revisión exhaustiva de cientos de ejemplares de herbario.

Shaw fue considerado un botánico de los llamados conservadores, esto es, con tendencia a reducir al mínimo el número de especies (los liberales, definen nuevas especies en base a caracteres mínimos). Para México, él mencionó 18 especies y 17 variedades, que distan mucho de equipararse en número a las 82 que describió Roetzl. La única especie de Roetzl que fue reconocida por Shaw (y que actualmente persiste) es P. lawsonii. Una de las razones dadas por Shaw para reducir el número de especies, es de que "...no se debe dar demasiada importancia a las características que dependen del medio ambiente, i.e., el tamaño, número y color de las hojas, tamaño y forma del cono..."

Entre 1920 y 1926, Paul C. Standley publicó en cinco partes su obra monumental sobre los "Arboles y arbustos de México" (Trees and shrubs of Mexico). En la última de ellas dedicó un buen espacio a hacer adiciones y enmiendas a las partes ya publicadas. Este estudio y los publicados en el período comprendido entre 1914 se basaron esencialmente en las opiniones de Shaw. Standley reconoció 20 especies y 2 variedades.

En 1929 apareció un trabajo de Nicholas Tiho Mirov, donde dio a conocer los resultados de los análisis químicos de oleorresinas y su importancia para poder diferenciar dos especies "problema": P. jeffreyi y P. ponderosa. (Chemical -

analysis of the oleoresins as a means of distinguishing Jeffrey pine and western yellow pine).

Durante 1931, Colin C. Robertson, jefe del área de Investigación del Departamento de Bosques de Africa del Sur, publicó un tratado sobre los pinos mexicanos cultivados en la Unión Sudafricana y afirmó que "... ni los trabajos de Standley ni mucho menos los de Shaw han sido capaces de resolver juntos, los problemas que trae aparejada la variabilidad de las especies en habitats diferentes...". No cabía ninguna duda de que al reducir especies, Shaw inconscientemente hubiera colocado más de una especie en una sola, convirtiéndola en un complejo.

Cabe en este momento, dejar bien claro que en 1909 y 1914, cuando se dieron a conocer los trabajos de Shaw, todavía permanecían sin explorar enormes extensiones de nuestro territorio. A partir de 1940 viene una nueva generación de investigadores que con sus resultados acrecentaron los conocimientos ya existentes.

En 1938, Mirov propuso su trabajo sobre el parentesco filogenético entre P. jeffreyi y P. ponderosa (Phylogenetic relationships of P. jeffreyi and P. ponderosa, basado en una investigación propia citada arriba. En ese mismo año, Cenobio E. Blanco publicó su versión a "Los pinos de México"; bastante completa comparada con la obra de Shaw, pero sin hacer adición de especies nuevas.

En 1939, el profesor Maximino Martínez del Instituto -

de Biología, comenzó sus estudios sobre los pinos mexicanos. En 1940, describió a P. oocarpa var. ochoterenae y P. oocarpa var. manzanoi, P. herrerae (sic) y P. strobis var. chiapensis. Thomas H. Howell (1941) por su parte, propuso a P. muricata var. cedrosensis, de la Isla de Cedros, en Baja California (the closed cones pines of insular California).

Mientras tanto, Mirov (1942), dio a conocer una metodología para que mediante pruebas bioquímicas, se identificaran las especies de Pinus (Possibility of simple biochemical tests for differentiation between species of genus Pinus). Martínez continuó con su estudio de los pinos y nombró a P. durangensis (1942); P. douglasiana (1943); P. michoacana (1944), en este último año reestableció a P. macrophylla (sic) que había sido rechazado por Shaw como una especie auténtica y describió en ella a una nueva variedad: P. macrophylla var. blancoi (posteriormente el propio Martínez (1948) reconoció su error e hizo una combinación: P. engelmannii var. blancoi (Martínez) Martínez). Todas las investigaciones de Martínez condujeron a la publicación de "las pináceas de México" en 1945, uno de los muchos trabajos de este notabilísimo estudioso de nuestra flora. En él incluyó 38 especies, 10 variedades y 16 formas, sin pasar por alto a P. lutea, descrita por C.E. Blanco en el citado volumen.

En 1948 el profesor Martínez preparó una monografía exclusiva del género, lo que le valió para hacer algunas enmiendas a la edición de 1945. Dichas enmiendas consistieron

en cambios de nomenclatura, correcciones, adiciones e inclusión de descripciones en latín; en este trabajo denominado "Los pinos mexicanos", Martínez (1948), reconoció 38 especies, 18 variedades y 9 formas.

El profesor Martínez hizo extensos estudios de campo de los pinos mexicanos y basó su clasificación y descripción de más de 5,000 ejemplares. Tuvo también la oportunidad de examinar muestras depositadas en el Arnold Arboretum, así como en el Instituto Smithsonian y las del Museo de Historia Natural, todos ellos en los Estados Unidos de Norteamérica, y otras colecciones de incontables instituciones científicas.

En 1947, E.E.M. Lock publicó una obra titulada "Los pinos de México y de Honduras Británica (Belice)" (The pines of Mexico and British Honduras). Este trabajo fue muy similar al de Martínez, pero en él se consideró la porción de Belice y se excluyó la parte de la Baja California; en ese reporte describió con detalle 28 especies, 18 variedades y 9 formas (una de ellas nueva: P. patula f. longepedunculata); hizo también referencia a las actividades forestales y a las regiones geográficas. Una segunda edición de la obra apareció en 1977.

C.E. Blanco en 1949, publicó el nombre de P. cooperi para sustituir al de P. lutea, pues éste último resultó ser un homónimo posterior. Los reportes de Mirov (1951) (A report on P. montezumae, P. oocarpa and P. leiophylla); 1952 (Mr. Pince's Mexican pine); 1953 (Taxonomy and chemistry of the -

white pines) y 1954 (Composition of turpentines of Mexican - pines), así como el de P.M. Iloff, Jr y N.T. Mirov (1953) - (Compositions of the gum turpentines of pines), tuvieron como propósito analizar las resinas y otros compuestos aromáticos de los pinos mexicanos como herramienta adicional en el proceso de identificación de las diversas especies. En base a ellos, el propio Mirov describió una especie nueva de Oaxaca (1958) (Pinus oaxacana a new species from Mexico) y puso a la consideración de los estudiosos su "Geografía bioquímica del género Pinus" (Biochemical geography of the genus Pinus) en 1959.

Por su parte, J.W. Andresen y J.H. Beaman (1961) dieron a conocer P. culminicola; una especie nueva del Estado de - Nuevo León (A new species of Pinus from Mexico); y más adelante, es el mismo Andresen (1964) quien eleva a rango específico a P. strobus var. chiapensis, variedad propuesta por Martínez. En este año, Ergon Larsen describió a P. martinezii (A new species of pine from Mexico), de los alrededores de Uruapan, en el estado de Michoacán; hizo hincapié en el notable parecido con P. durangensis Martínez (Cuevas y Núñez - (op. cit.) consideraron como sinónimo de este último al primero de ellos).

W.B. Critchfield y E.L. Little, Jr. (1966) dieron a luz su obra titulada "Distribución geográfica de los pinos del - mundo" (Geographic distribution of the pines of the world), - en los cuales hicieron un análisis detallado de los lugares-

que ocupan las diferentes especies. Se proporcionó un rango de distribución para 94 especies a las que se dispuso en 64 mapas coloreados. Se sentaron, además, las bases para un nuevo sistema de clasificación infragenética de Pinus; en relación a dicho sistema reconocieron tres sugéneros, cinco secciones y quince subsecciones. Little y Critchfield (1969), dieron a conocer sus "Subdivisiones al género Pinus (pinos)" (Subdivisions of the genus Pinus (pines), en el que reforzaron el criterio propuesto por ellos mismos y citado arriba. Presentaron 22 mapas de distribución, asimismo, una clave para determinar cada una de las categorías que ellos reconocen en tal género.

Harold E. Moore descubrió que el nombre de P. tenuifolia Bentham, era también un homónimo posterior, por lo que decidió dar uno nuevo (P. maximinoi) para sustituir al anterior (1966).

En 1967 Mirov dio a conocer en su trabajo titulado "El género Pinus" (The genus Pinus), un análisis detallado de las especies conocidas hasta la fecha. Dicho trabajo incluyó aspectos de paleobotánica y paleogeografía, genética, morfología y reproducción, fisiología y ecología, rasgos químicos y algunas consideraciones taxonómicas. Xavier Madrigal Sánchez y Miguel Caballero Deloya (1969), describieron de la región de Coalcomán, en Michoacán, una especie muy interesante por sus implicaciones para la ciencia y a la que nominaron como P. rzedowskii.

En 1974 Ronald M. Lanner, propuso el origen híbrido de P. quadrifolia, entre P. monophylla y otra especie encontrada en la Sierra de Juárez en Baja California y a la que denominó P. juarezensis (A new pine from Baja California and the hybrid origin of P. quadrifolia).

En 1977, Teobaldo Eguiluz P. publicó "Los pinos del mundo", que consistió esencialmente en una revisión bibliográfica para dar a conocer la distribución de las especies. En 1973, Marie-Francoise Robert hizo una investigación sobre los bosques de P. cembroides del Este de México (Contribution a l'étude des forets de Pinus cembroides dans l'est du Mexique); dicho trabajo sirvió de base para que posteriormente publicara el nombre de P. johannis como una especie nueva de pino piñonero (Un nouveau pin pignon mexicain: P. johannis, (1978); luego su trabajo de recepción doctoral titulado "Etude phytogéographique et écologique des forets de Pinus cembroides s.l. au Mexique" (Estudio fitogeográfico y ecológico de los bosques de P. cembroides s.l. en México (Robert-Passini, 1980), le brindó la oportunidad para que describiera dos pinos piñoneros nuevos para México: P. catarinae y P. cembroides var. lagunae (Deux nouveaux pins pignons du Mexique (Robert-Passini, 1981).

En 1981, Servando Carvajal presentó en el VIII Congreso Mexicano de Botánica, los resultados obtenidos hasta ese tiempo sobre su estudio de los pinos de Jalisco. Sugirió la desaparición de P. cembroides del grupo de especies de Jalisco

co y la posibilidad de que la población en el Estado, a la que desde siempre se había reconocido como P. ayacahuite - var. brachyptera, pudiera bien tratarse de algo diferente e interesante; hizo referencia al mismo tiempo a una especie, al parecer aún no descrita, localizada en la porción Oeste de Jalisco.

Para 1982, Xavier Madrigal ya había publicado la "Clave para la identificación de las coníferas silvestres del Estado de Michoacán". En este trabajo se hizo referencia a varios géneros de coníferas, entre los que está incluido el de Pinus; se proporcionó una clave para la separación de las especies y otras categorías infraespecíficas. Aparte, hizo una descripción breve de los táxones, se dieron algunas características ecológicas para cada una de ellas; se describieron 21 táxones para una de las regiones de México considerada como una de las de mayor riqueza forestal.

En 1983, D.K. Bailey describió para los estados de Puebla y Tlaxcala a P. cembroides del grupo de especies de Jalisco y la posibilidad de que la población en el Estado, a la que desde siempre se había reconocido como P. ayacahuite - var. brachyptera, pudiera bien tratarse de algo diferente e interesante; hizo referencia al mismo tiempo a una especie, al parecer aún no descrita localizada en la porción Oeste de Jalisco.

Para 1982, Xavier Madrigal ya había publicado la "Clave

para la identificación de las coníferas silvestres del Estado de Michoacán". En este trabajo se hizo referencia a varios géneros de coníferas, entre los que está incluido el de Pinus; se proporcionó una clave para la separación de las especies y otras categorías infraespecíficas. Aparte, hizo una descripción breve de los táxones, se dieron algunas características ecológicas para cada una de ellas; se describieron 21 táxones para una de las regiones de México considerada como una de las de mayor riqueza forestal.

En 1983, D.K. Bailey describió para los estados de Puebla y Tlaxcala P. cembroides subsp. crizabensis e hizo la combinación P. cembroides subsp. lagunae, en base a un ejemplar descrito por Robert-Passini (op.cit.) (A new allopatric segregate from and a new combination in Pinus cembroides - Zucc. at its southern limits). Por su parte J.A. Pérez de la R. en ese mismo año, describió a P. jaliscana de la porción Oeste de Jalisco, de donde parece ser endémica.

En 1976, B.T. Styles por su parte, trabajó sobre P. oocarpa var. ochoterenai (sic) Martínez, para establecer su identidad (Studies of variations in Central American pines I: The identity of P. oocarpa var. ochoterenai Martínez. - Mientras que J.W. Stead, concentró todos sus esfuerzos en estudiar el complejo Pseudostrobus, dando a luz a dos publicaciones (1983), A study of variation and taxonomy of the Pinus pseudostrobus complex; (1983) Studies of variation of Central American pines V: A numerical study of variation in the

"Pseudostrobus" group). En otro trabajo, Stead y Styles (1984) decidieron dar a conocer los resultados de sus estudios al mismo grupo (Studies on Central American pines: a revision of the 'pseudostrobus' group (Pinaceae), mediante una revisión monográfica exhaustiva. No obstante sus esfuerzos, no pudieron localizar ejemplares de P. martinezii en la localidad tipo, pues de acuerdo al protólogo de Larsen (op. cit.) parece ser que esta especie tiene afinidades con el grupo en cuestión (Pérez de la R. frívolamente afirmó en 1987, que "...probablemente esta especie haya sido talada a tal extremo que sea muy difícil encontrarla en esa localidad hoy en día..." lo bien pudiera significar que aún habiendo otras especies de pinos en la zona, los talamontes se hubieran ocupado de desaparecer a esa especie en particular. Tal afirmación nos lleva también a concluir que dicha especie, conocida sólo del tipo, isótipos, holótipos y otros, jamás dará lugar a la existencia de topótipos.

En 1985, Eguiluz dio a conocer la descripción botánica de los pinos mexicanos; esta obra consta de una recopilación de las descripciones de los pinos aceptados hasta mediados de 1985, de manera general, enumeró 79 táxones.

Servando Carvajal (1986) publicó nombres nuevos para algunos pinos de Nueva Galicia, ello con el propósito de definir algunos táxones que deberían ser citados en otras investigaciones. Propuso el nombre de P. novogaliciana para sustituir al de P. ayacahuite var. brachyptera para la población-

de Jalisco; una nueva subsección: Rzedowskianae, y dos variedades nuevas: P. lumholtzii var. microphylla y P. montezumae var. mezambranuz, ésta última dedicada a un autor de esta investigación. La especie nueva que propuso, P. macvaughii resultó ser un sinónimo de P. jaliscana. (Recientemente se ha podido comprobar que P. montezumae var. mezambranuz es un híbrido natural entre P. montezumae y tal vez P. hartwegii).

Cuevas y Núñez (1988), publicaron una relación de las especies que proliferan en forma natural en la Sierra de Manantlán; zona que en los últimos tiempos ha merecido la atención mundial por localizarse allí el habitat único de Zea diploperennis.

Por último, Carvajal y Rogers McVaugh (Comunicación personal, 1990), preparan para ser publicada una monografía del género, y cuyo volumen (el número 17) estará compuesto por las Pteridophytae (helechos y afines), y las Gymnospermae -- (las familias Taxodiaceae, Pinaceae, Ephedraceae, Cupressaceae, Podocarpaceae y otras).

#### IV. MATERIALES Y METODOS

##### A) LAS PINACEAS

Las pináceas constituyen una de las familias más importantes del reino vegetal. Son árboles o arbustos, siempre verdes, más o menos resinosos, con hojas simples agrupadas, aciculares, lineares o escamiformes; con flores dioicas o monoicas, y fruto en forma de cono o globoso, seco o algo pulposo, compuestos de escamas que protegen a las semillas. Estos caracteres se explican y detallan más adelante.

Germinan, según sean las condiciones de calor y humedad, la germinación se efectúa en dos o tres semanas. Aparecen las raicillas, cuyo eje principal se alarga rápidamente, emitiendo poco después raíces secundarias, y el talluelo brota arrastrándose entonces, las hojas cotiledonares.

En seguida, aparecen las hojas primarias que asumen las funciones foliares y duran de uno a tres años, siendo reemplazadas por brácteas escamosas, en cuyas axilas aparecen las hojas secundarias en grupos llamados fascículos, protegidos en su base por una vaina. Tales son las hojas definitivas que se observan en los árboles adultos, pues las otras son transitorias.

Tienen brácteas no decurrentes los llamados pinos blancos, o sean:

## ETAPAS DEL PINO

- PRIMERA ETAPA: Se llama BRINSAL.
- SEGUNDA ETAPA: Se le llama FATIZAL y se caracteriza en que el árbol se desarrolla o crece en altura.
- TERCERA ETAPA: Se llama FUSTAL o JOVEN. Se caracteriza en que el pino adquiere grosor está óptimo para tumbar.

El FUSTAL se caracteriza en tres :

- Joven Fustal: Es cuando el árbol está en su mejor momento. Si se corta la madera tiene sus mejores condiciones físicas y mecánicas.
- Medio Fustal: Es cuando sus propiedades empiezan a declinar su madera ya no es tan buena, pero puede utilizarse en construcciones, tiene diversos usos.
- Viejo Fustal: Es cuando está en la etapa decrepita. Sus fibras están endurecidas, en ocasiones se mete al aserradero y provoca problemas como echar a perder la herramienta, se utiliza para hacer los durmientes que se usan en la vía del tren.

## B) Descripción Botánica

Los pinos mexicanos son clasificados botánicamente, hace como 100 años, habiendo sido primero el piñonero común de nominado Pinus cembroides por Zuccarini en 1832, a partir de entonces fueron clasificados por otros, como europeos y norteamericanos.

Las descripciones quedaron dispersas en varias obras, no habiéndose reunido en una obra de conjunto, sino hasta 1854, cuando Gordon publicó su Pinetum.

La obra más relativa a los pinos de México ha sido la de George Rusell Shaw, con el título de "The Pines of Mexico". Apareció en Boston en 1909.

## RESINACION

La trementina llamada también gema o miera flove del tronco de los pinos, y procede de la región viva de los vasos, cerca de la corteza. Es un líquido espeso, transparente y viscoso que se solidifica al contacto del aire, llamándose entonces resina.



EL PINO PRODUCE RESINA (TREMENTINA) DE  
INPORTANCIA PARA LA INDUSTRIA, FABRICACION  
DE AGUARRAS, PINTURA, ETC.



EN ESTE BOSQUE DE PINACEAS SE ENCUENTRAN  
LAS ESPECIES DE *Pinus*

## NATURALEZA DE PINACEAS



BOSQUE DE PEQUEÑECES Y SABE PA-  
GAR CON CRECES



HERMOSOS PANORAMAS A UN  
LADO DE LA CARRETERA

Conos ovoides, por lo general simétricos,

Su color moreno obscuro, ligeramente brillante, con escamas claras de 20 mm.

Las apófisis son delgadas en las escamas basales.

La semilla es oscura, de 4 mm. con ala de 15 mm. de largo por 4 o 5 de ancho.

La madera es suave, quebradiza, durable, resinosa de color amarillento, se considera de calidad inferior. Produce abundante trementina.

Vulgarmente se llama "pino prieto" en Durango y Chihuahua "pino saguaco". En Sonora se ve asociado con *P. Engelmanni*, *teocote durangensis*, etc.

#### PINUS HERRERAI MARTINEZ

(Anales del Instituto de Biología, Vol. II no. 1 p. 76, México 1940).

Este pino, fue colectado en Jalisco en Mayo de 1930.

Es árbol de 20 a 30 metros de altura a veces más, por 25 cm. a 1 metro de diámetro. Tronco casi siempre recto y follaje denso. Corteza muy delgada cuando joven y gruesa (hasta de 8 a 9 metros) en los árboles viejos, agrietadas con copas escamosas; de color moreno rojizo obscuro, ramillas de color moreno rojizo casi lisas y un poco escamosas. Hojas en grupos de tres, de 11 a 19 cm., más comunmente alrededor de los 13cm.; muy delgadas, brillantes, suaves, flexibles, extendidas, de color verde claro, con bordes finamente aserrados. Tienen estomas en las tres caras; haces vasculares 2, aproximados o casi contiguos; pero distintos; canales resiníferos uno a cuatro, más comunmente 1 a 2 metros, ocasionalmente con humo septal; endodermo engrosado; hipodermo casi uniforme con entrantes revés en el clorenquima. Cono largamente oviode, moreno, de 2 a 3 cm. a veces de 3.5 cm. y excepcionalmente hasta 4.5 cm.; reflejado, a veces algo asimétrico y ligeramente encorvado; solitario o por pares; en pendanciolos de 6 mm. Es pronto caedizo.

Escamas de 10 a 12 mm. de largo, por 6 a 7 mm. de ancho, con ápice irregular o algo redondeado. Apófisis abultada, aquillada, con la corona frecuentemente gruesa y roma. Semilla casi triangular, muy oscura o casi negra de 4 mm. de largo con ala algo oblicua de 8 mm. de largo provista de ganchos higroscópicos.

Produce abundante trementina. Su madera es blanca, ligeramente amarillenta y de mediana calidad.

Se ha colectado en:

- Pinuamo, Jalisco.
- Cerro de Halo, Tecalitlán, Jalisco, a 3,500 mts. "pino chino".
- Santa Lucía, sindicatura de Pánuco. Concordia, Sin.
- Cerro de Yerbánis, Rosario, Sin.
- Las Breas y los Gusanos, San Ignacio, Sin.
- Terrenos de Balboa, San Ignacio, Sin.
- Las Lajitas, Delegación de Ventanas, San Dimas, Durango.

Se denomina en honor del distinguido naturalista profesor Alfonso L. Herrera.

#### PINUS DOUGLASIANA MARTINEZ

Este pino incluido por Shaw en el pino pseudostrobus var tenuifolia coincide con este en la estructura de las hojas pues el hipodermo forma entrantes, a veces dobles que llegan al endodermo, pero dichas hojas son gruesas y fuertes, de 25 a 33 cm. Tiesas y derechas, en tanto que las del pino tenuifolia son flexibles y colgantes. Los conos por lo general coinciden con los p. tenuifolia pero las apófisis son muy gruesas.

Teniendo en cuenta que las hojas no son muy delgadas, sino por lo contrario, gruesas y fuertes, no puede convenirle la denominación de fenuifolia, ya que la característica de éste como claramente lo indica el nombre, es que las hojas son delgadas. El árbol se encuentra en una zona relativamente amplia (desde Sinaloa a Oaxaca).

Por tales razones se considera dentro de un rango específico.

Es árbol de unos 20 metros de altura, por 30 a 50 cm. de diámetro a la altura del pecho; copa redondeada y densa; con la corteza algo áspera, de 2 cm. de espesor aproximadamente, rojiza y escamosa, divididas en placas irregulares. Ramas extendidas, agrupadas en la parte superior del tronco. Ramillas morenas con tintes rojizos y muy ásperas debido a la persistencia de la base de las brácteas, las cuales son anchas, brillantes, salientes y contiguas. Se descaman fácilmente.

#### **PINUS LAMBERTIANA DOGL.**

Pinos ayacahuite, se levanta derecho produciendo ramas delgadas las cuales van desapareciendo a menudo que el tronco crece presentándose entonces las ramas definitivas, que por lo general son verticiladas de un

modo regular e irregular.

Color de la corteza moreno rojizo, más o menos obscuro a veces casi negro, en ocasiones es ceniciento.

A medida que aumenta el espesor, la corteza se agrieta, profundamente. La superficie es generalmente escamosa.

#### YEMAS:

En los nudos de las ramillas aparecen las yemas protegidas por escamas laciniadas, es decir, con desgarraduras. Unas yemas se encuentran en estado embrionario, hojas o flores.

Por excepción aparecen yemas adventicias en el tronco o ramas primarias y dan origen a las ramillas como en el pinus chihuahuana, en el pinus leiophylla y a veces en el pinus teocote. El tamaño, forma y color de las yemas, así como la presencia de resina en ellas, pueden ayudar a la identificación de las especies.

#### RAMILLAS:

Resultan del crecimiento de una yema durante una estación y pueden constar de un solo entrenudo (uninodales), o de 2 o más (multinodales). Su superficie es lisa en casi todos los pinos blandos como el pinus ayaca-

huite, con las huellas de las brácteas algo visibles. En la mayoría de nuestros pinos es áspera debido a la persistencia de las brácteas que forman prominencias.

Hojas definitivas, son aciculares, es decir, en forma de aguja.

Hojas en grupos de 5, triangulares, casi derechas y agudas, de 25 a 33 cm. de largo, con bordes finamente aserrados; de color verde claro, algo amarillento, brillantes con tinte glauco en las caras interiores, solamente visibles en las hojas tiernas. El hipodermo es biforme, muy grueso, con 5 capas de células desiguales e irregularmente colocadas, y presentan entrantes, a veces, dobles, que llegan al endodermo seccionando el clorénquima; las paredes exteriores de las células endodérmicas son muy engrosadas. Tienen dos haces valvulares contiguos, bien distintos, rodeados arriba y abajo de células de refuerzo; los canales resiníferos son medios y en número de tres.

Las vainas son persistentes, de 20 a 30 mm. escamosas abajo y anilladas arriba de color castaño rojizo al principio y castaño oscuro después. Las yemas son cónicas de color anaranjado rojizo.

algo más, como se ve en el pinus lumholtzii, pinus engelmanni y pinus michoacana. Son muy finas y delgadas en el pinus herrerae, en pinus leiophylla, en el pinus oocarpa microphylla, etc.

En el corte transversal las hojas se ven triangulares (pinus montezumae, pinus durangensis, etc.), es decir, con la cara dorsal muy ancha y la arista anterior muy baja cuando son dos, la sección se ve en forma de lana.

Los bordes por lo general son aserrados con los denticillos muy pequeños y casi siempre uniforme, ya muy próximas, ya espaciados, observándose esto en el pinus strobus chapensis y en el pinus ayacahuite.

Los canales resiníferos en cuanto a su posición pueden ser:

- A) Externos; es decir, contiguos a la epidermis e incrustados en el hipodermo (pinus cembroides, y pinus ayacahuite).
- B) Medios; es decir, colocados en el centro del parenquima clorofiliano sin tocar la epidermis y el endodermo (pinus montezumae, pinus durangensis, etc.).

En algunos pinos las vainas son persistentes, es decir, acompañan a las hojas hasta que se caen.

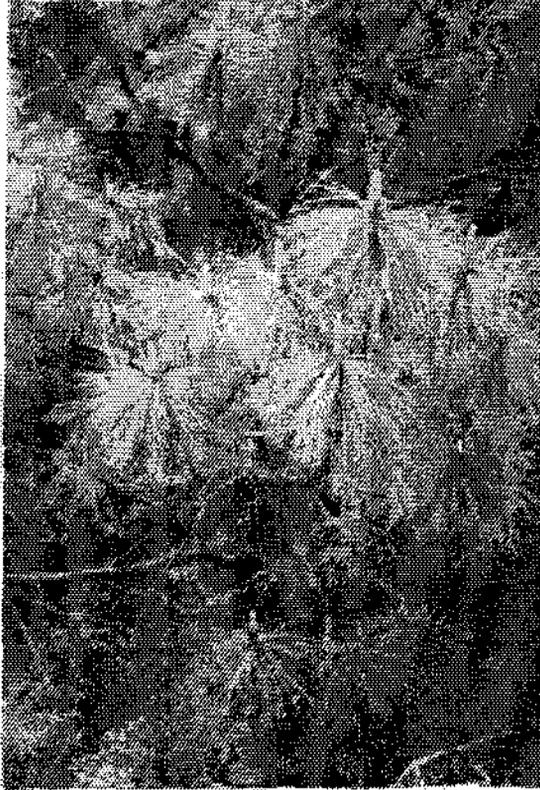
Ciertas especies como el pinus teocote y el pinus chihuahuana que se parecen algo en los conos y en las hojas, la persistencia de las vainas en el primero y la caducidad de ellas en el segundo permiten distinguirlos desde luego.

Tienen vainas caedizas los llamados pinos blandos, con excepción del pinus leiophylla, el pinus chihuahuana y el pinus lumholtzii.

#### FLORES:

Los pinos son plantas monoicas, es decir, producen flores masculinas y femeninas en un mismo árbol. No tienen cáliz ni corola, sino nada más los órganos reproductores androceo y el gineceo. Las masculinas se presentan en forma de escamas membranosas en las cuales hay dos bolsitas que abrigan el polen, generalmente son numerosos y tiene una enorme cantidad de polen que es un polvo amarillento. Los granos de polen presentan ámpulas que aligeran su peso, facilitan su diseminación por el viento.

Las flores masculinas, después de soltar el polen, se marchitan y caen.



REPRODUCCION DE LAS PINACEA  
INFLORESCENCIA MASCULINA

## SECCION MONTEZUMAE

Ha existido una enorme confusión acerca del P. montezumae debido, por una parte, a que es muy variable y por otra, a que se habían incluido como sinónimos muchos pinos descritos antes como especies distintas. Shaw admitió en la sinonimia los siguientes: P. Devoniana Lindl.; P. Russeliana Lindl., P. Macrophylla Lindl., P. filifolia Lindl, P. Grenvilleae Gord, P. Wincesteriana Gord, y consiguió tres variedades: P. Montezumae rudis, Pinus Montezumae Hartweggi y P. Montezumae Lindleyi.

En tales circunstancias, el P. Montezumae ha comprendido árboles con hojas de 10 a 45 cm. y conos de 6 a 30 y con otros caracteres también muy diferentes. Shaw, sin duda por no haber tenido a su disposición material suficiente, no encontró diferencia específica entre los pinos citados y atribuyó la disimilitud a condiciones de altura.

Examinando la colección lo más detenidamente posible, está visto la necesidad de considerar una Sección Montezumae, subdividida en tres grupos:

- A) Grupo Montezumae: P. Montezumae Lamb. y P. durangensis Martínez, con la f. quinquefoliata; una variedad: P. Montezumae Lindleyi, y una forma: P. Monte-

zumae f. macrocarpa.

- B) Grupo Rudis, con tres especies: P. rudis Endl., 1. Hartwegii Lindl. y P. lutea Blanco y una variedad: P. lutea Ornelasi Martínez.
- C) Grupo Michoacana, con una especie: P. michoacana Martínez; dos variedades: P. michoacana cornuta Martínez y P. michoacana Quevedo; Martínez; y tres formas: P. michoacana cornuta f. nayaritana.

Todos los pinos de esta Sección tienen las ramillas ásperas, con las bases de la brácteas salientes y muy aproximadas, que por lo común se descaman; la corteza es áspera y agrietada desde que los árboles son jóvenes; los conos son largamente ovoides u oblongo cónicos.

Los de grupo Montezumae tienen el cono largamente ovoide, opaco y persistente, cayendo más o menos un año después de la dehiscencia, y miden menos de 16 cm., excepto en la forma macrocarpa, en la que llegan a 20. Las hojas son largas y más o menos gruesas, excepto en la variedad Lindleyi, en la que casi siempre son delgadas.

Los del Grupo Rudis tienen las hojas tiesas y

Las hojas son largas y más o menos gruesas, excepto en la variedad Lindleyi.

Los del Grupo Rudis, tienen hojas y por lo general encorvado.

El P. Hartwegii vive en las más elevadas de 3 a 3.800 metros.

El P. rudis y el P. lutea tienen las características anteriores.

El Grupo Michoacana comprende pinos de cinco hojas (seis en la variedad Quevedoi) largas, gruesas y fuertes; el cono es de más de 20 cm. de largo, rara vez menos y frecuentemente de 25 a 30. El P. michoacana connota tiene el cono más o menos encorvado.

#### GRUPO MONTEZUMAE

Tiene parentesco con el grupo ponderosa, al que parece ligarse por medio del P. durangensis, por otro lado, se relaciona con la sección pseudostrobus, siendo p. pseudostrobus estevezi el que establece el enlace. Tiene también relación con el grupo michoacana, acercándose a él por medio de la variedad Lindleyi y de la forma macrocarpa.

**PINUS MONTEZUMAE LAMB**

Arbol de 20 a 30 metros, con la corteza morena rojizo, gruesa, áspera, desde que el árbol es joven; ramas extendidas, frecuentemente bajas que forman una copa irregularmente redondeada; ramillas morenas y muy ásperas, con las bases de las brácteas persistentes, abultadas, cortas y muy aproximadas que comunmente se descaman.

Hojas en grupos de cinco, ocasionalmente cuatro en algunos fascículos (en ejemplares de Tingambato, Mich.) hojas anchamente triangulares, de color verde oscuro; miden por lo general de 14 a 21 cm. de largo, pero la cifra oscila entre 14 y 27 viéndose excepcionalmente de 30 y hasta 37 (en ejemplares de Sn. Pedro, Ixtepac, México y de Nochistlán, Zac.).

Son medianamente gruesas y fuertes, extendidas o colgantes, flexibles, con los bordes aserrados y con estomas en las tres caras. El hipodermo es delgado, casi uniforme, con pocas entradas leves en el clorénquima; los haces fibrovasculares son dos, aproximados y bien distintos. las paredes externas de las células del endodermo son engrosadas; los canales resiníferos son de 2 a 6 más comunmente con uno o dos internos.

Vainas de 10 a 20 mm. a veces más, anillados, de color castaño al principio y muy obscura después.

Yemas largamente ovoide, morena y vellosa.

Conillos oblongos, de color purpúreo o moreno azulado, con escamas anchas, armados de punta extendida.

Conos largamente ovoides, ovoide cónico u oblongo cónico (ovoide en algunos ejemplares de las Casas Chis); levemente asimétricos y algo encorvados, de 8.5 a 15 cm. más comunmente alrededor de 12.5; caedizos, de color moreno, opacos o levemente lustrosos, colocado por pares o en grupos de tres; extendidos o ligeramente colgantes, casi sésiles o sobre pedúnculos de 10 a 15 mm. generalmente.

**PINUS DURANGENSIS** (Anales del Instituto de Biología, Vol. XIII 1 23. México, 1942).

En el boletín del Departamento Forestal (III, II. 248. 1938) el señor Ingeniero Cenobio E. Blanco publicó un artículo sobre "Los pinos de México" y en él hizo referencia a un pino real de 5 hojas haciendo notar que en su concepto, no estaba descrito.

Según refiere Colin C. Robertson en su tesis, inédita presentada a la Universidad de Yale en 1907, el pino en cuestión fue colectado en 1906, en la Mesa de la Sandía, Durango, por George Russell Shaw, quien se propuso denominarlo *Pinus mexicana* o *Pinus Roseana*, pero desistió y lo incluyó en el *P. Montezumae* (*The Pines of México*, 1909, num. 10140 de Pringle) y más tarde lo removió pasándolo al *P. ponderosa* var *arizonica*, según puede verse en su obra *Genus Pinus* publicada en 1914, donde dice: "fascicles of 6 and 7 leaves are sometimes found and specimens than I have collected in Sandía Dgo. - issued by Pringle through a misunderstanding under the name of *P. Roseana* ined - show such fascicles on the fertile branches" (Algunas veces se encuentran fascículos de 6 y 7 hojas, y los ejemplares que he colectado en la Mesa de la Sandía, Dgo. y que Pringle por error distribuyó como *P. Roseana* inédito, presentan tales fascículos en las ramas fértiles).

Robertson, en su tesis ya citada, creyendo que Shaw aceptaría en definitiva el nombre de *Pinus mexicana*, lo consiguió provisionalmente así y en las páginas 70 y 71 de su obra *The Cultivation of Mexican Pines in the Union or South Africa With notes on the species and their original habitat*, publicada en 1931, da varios datos descriptivos, siendo muy importante el referente a las hojas, que dice: "leaves 5 or often 6 and occasionally 7

or 8" (Hojas 5, frecuentemente 6 y ocasionalmente 7 u 8).

Ahora bien, Shaw no lo publicó como *Pinus Roseana* ni como *Pinus mexicana*, de lo cual resulta que el referido pino quedó nominado.

El examen de los ejemplares recibidos ha llevado a la conclusión de que a pesar de su parecido con el *Pinus Montezumae* (más que con el *pinus ponderosa* puede considerarse como una especie nueva, para la que se propuso el nombre de *Pinus durangensis*).

Es árbol de 20 a 40 metros de altura, por 40 a 70 cm. de diámetro a 1.30 metros del suelo; de copa densa y redondeada. Ramas ásperas y obscuro grisáceas, a veces con ligero tinte glauco, que comienza a unos 20 ó 23 metros. Las brácteas son cortas y próximas. Corteza de 15 a 25 mm. de color café obscuro grisáceo, agrietadas, algo escamosas y con gruesas fisuras poco profundas.

Hojas en fascículos de 6, a veces 5 ó 7 y en casos raros 8 (acuciosas observaciones del señor Ingeniero Cenobio E. Blanco demuestran que el número 6 se encuentra en la proporción de 66 %, el número 5 en la proporción de 18.5%, el número 7 en la proporción de 13.5% y el número 8 en la proporción de 1.5%. Miden de 10 a 22.5

cm. comunmente alrededor de 16, aglomeradas, algo encorvadas y tiesas, medianamente gruesas (casi un milímetro), agudas, triangulares y finamente aserradas, con los dientecillos muy finos y próximos, su color es verde claro brillante. Tienen dos haces vasculares, algo separados y sus canales resiníferos son medios y en número de 2 ó 3, a veces 4, muy rara con uno interno. Las paredes exteriores del endodermo son muy engrosadas; el hipodermo es grueso e irregular, con entrantes variables y desiguales en el clorénquima.

Las vainas son persistentes, de color castaño lustroso al principio y oscuras después. Cuando jóvenes miden de 16 a 25 mm. pero más tarde se acortan, midiendo de 10 a 16 mm.

Florece en abril y los conos maduran después de un año, por los meses de octubre y noviembre, pero la fructificación es abundante o casi nula en diversos años.

Conillos subterminales, ligeramente atenuados, de color café rojizo, con anchas escamas carinadas y con puntas algo extendidas o dirigidas hacia la base, solitarios o agrupados.

Conos ovoides o cónicos ovoides, por pares o en grupos generalmente de tres, semipersistentes, algo colgantes y levemente encorvados cerca de la punta, por lo común de 7 a 8 cm. pero a veces hasta 9 ó 10, de color moreno rojizo, cenicientos cuando viejos y casi opacos. Tienen pedúnculo de 6 a 10 mm. el cual suele quedar oculto en las escamas basales, pareciendo entonces que el cono es sésil. Es frecuente que al caer quedan los pedúnculos en la rama con algunas escamas.

Las escamas son duras y fuertes, de 18 a 22 mm. de largo por 12 a 14 de ancho, sensiblemente uniformes, aplanadas por dentro, redondeadas o angulosas en el ápice, con apófisis levantada, a veces algo reflejada, subpiramidal, comunmente con grietas que aparecen como rayas negras; transversalmente aquillada, rematando en una cúspide cenicienta y saliente, provista de una espinita corta y delgada.

La semilla mide unos 5 mm. de largo, por unos dos de grueso y es abultada, vagamente triangular, con ala de 12 a 14 mm. por 6 a 7 de ancho, de color amarillo pálido, oblicua, redondeada en el ápice y con ganchos en la base.

Este árbol llega a tener conocimientos de 120 cm. anuales durante sus primeros años, pero más comúnmente

se observan de 50 a 60 cm.; se han observado ejemplares de 215 años con diámetro de 1.20 metros.

Se desarrolla en suelos sílico-humíferos y permeables, de profundidad que varía entre 15.25 y hasta 50 cm. Se le ve en terrenos llanos en vallecillos y en pendientes hasta de 50 grados y se observa que se adapta fácilmente a terrenos pobres.

Produce bastante trementina para que pueda considerarse como productor, pero la explotación se dificulta por la altura en que vegeta, la cual es de 2,500 a 2,800 metros.

La madera es de color blanco amarillento o marfilino, de textura compacta, de buena calidad, útil en construcciones. Cuando el árbol vegeta en terrenos profundos y planos resulta blanda y de poca resistencia a la flexión y a la torsión. La albura es mayor que el duramen lo que corrobora la descripción original de Robertson.

Como se ve, su zona de vegetación a la fecha solamente se conoce de los Estados de Durango y Chihuahua, especialmente en la región occidental. Forma macizos y se asocia con el *Pinus leiophylla*, *Pinus lutea* var *Ornelasi* y *Pinus teocote*.

Se asemeja al *P. Montezumae* por su aspecto general; se diferencia por sus conos más pequeños y sus hojas más delgadas y en número predominante de 6. Del *Pinus Ponderosa* difiere por la falta de espina fuerte y persistente de las escamas y por sus hojas más numerosas y menos fuertes.

Hay una forma con hojas en número de cinco (raro 6) que denominó *Pinus durangensis* forma *quinquefoliata*.

Folis quimis, raro 6, 17.5 cm. longis, triangularibus; ductibus resiniferis 3, intermedialibus; strobilis 7.9 cm. longis. Habitat in Bocoyna, Chib. Typus in Instituto de Biología, México (Martínez 3454).

Se distingue en que sus hojas son cinco, rara vez seis, de 17.5 cm. de largo, triangulares; canales resiníferos medios, en número de tres; cono de 7 a 9 cm. de largo.

En la primera edición este pino se colocó como una forma del *P. arizonica*, pero una detenida observación ha hecho ver la conveniencia de colocarlo como forma del *P. durangensis*, teniendo en cuenta el número de canales resiníferos.

*Pinus monophylla* torr.

*Pinus ayacahuite* ehr.

*Pinus ayacahuite brachyptera* shaw.

*Pinus ayacahuite veitchii* shaw.

### PINUS LUMHOLTZII

Es un árbol de unos 15 a 20 metros de altura, frecuentemente menos, por unos 25 o 40 cm. de diámetro y en ocasiones más; copa ancha redondeada y ligera con ramas extendidas o algo colgantes; corteza delgada y escamosa de color castaño o moreno rojizo, en los árboles jóvenes y gruesas, ásperas y oscuras en los viejos. Las ramillas son delgadas y colgantes, de color castaño, opaco o moreno oscuro, algo rojizo, cenicientas, escamosas, casi siempre con tintes azulosos, ceniciento en sus partes más tiernas. Las bases de las brácteas son caedizas y dejan una superficie lisa, con las huellas bien marcadas.

Hojas en grupos de 3, a veces 2, pero verticalmente colgantes y flexibles de 18 a 30 cm. de largo, pero a veces de 39 y hasta 43cm., ejemplar de Jalisco, más comunmente alrededor de 26 cm.; de color verde claro algo amarillento, generalmente opaco; anchas, triangulares, pero con la costilla media levantada, las de ejemplares de El Salto Durango, son generalmente carrizadas. Son finamente aserrados, con los denticillos agudos, finos y

por lo general encorvadas. El *P. Hartwegii* vive en los lugares más elevados y fríos, de 3 a 3.800 metros; presenta fascículos de 3, 4 y 5 hojas en el mismo árbol o en árboles diferentes, según las localidades; su cono es obscuro, casi negro y sus escamas por lo general son de unbo aplastado. El *P. rudis* se parece al *Hartwegii*, pero el cono no es obscuro y vegeta en lugares más bajos, por lo general de 2,500 a 2,700 metros; tiene cinco hojas y sus canales resiníferos son tres o cuatro, en tanto que son más numerosos en el *Hartwegii*, por otra parte, en éste la pared externa de las células endodérmicas es delgada, mientras que en el *rudis* es engrosada. En el *P. lutea* las hojas se acumulan en la extremidad de la ramilla y miden comúnmente 9 cm. y la madera es amarilla. En el *P. lutea Ornelasi* las hojas son mayores y visten toda la ramilla y la madera es blanquiza.

El Grupo Michoacana comprende pinos de cinco hojas (seis en la variedad *Quevedoi*) largas, gruesas y fuertes; el cono es de más de 20 cm. de largo, rara vez vemos y frecuentemente de 25 a 30. El *P. michoacana cornuta* tiene el cono más o menos encorvado.

Los grupos *montezumae* tienen el cono largamente ovoide, opaco y persistente, cayendo más o menos un año después de la dehiscencia, y miden menos de 16 mm., excepto en la forma *macrocarpa*, en la que llegan a 20.

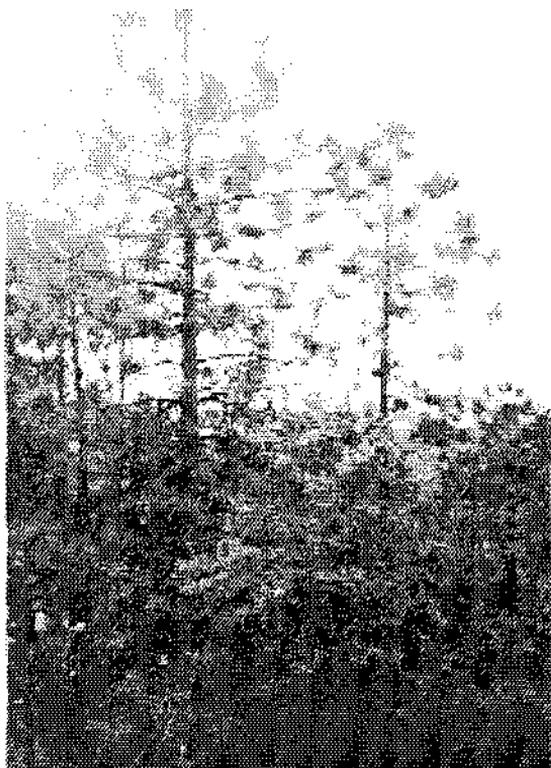
muy próximos. Tienen estomas en las tres caras, por lo general 7 hileras en la cara dorsal y 4 en cada una de las laterales. Los canales resiníferos son internos y medios, en número varían de 4 a 9, a veces hasta 11.

### PINO TEOCOTE

El pino teocote tiene 3 hojas gruesas y fuertes, produce mayor cantidad de resina que los demás. Tiene una amplia zona de distribución y presenta por lo mismo, muchas variaciones, tanto en sus conos como en sus hojas. Las hojas son 3, ásperas, lineares con el dorso convexo, el borde toscamente aserrado, cóncavas interiormente recorridas a lo largo por un nervio medio, patente y miden de tres a cinco pulgadas.

### PINUS TEOCOTE TIPICO

Arbol por lo común de 10 a 20 metros, pero varía entre 8 y 25; de copa redonda e irregular, ramas desigualmente distribuidas y follaje denso y erguido, corteza de color grisáceo, por fuera algo anaranjado o amarillento por dentro delgada al principio y después aspera y rugosa, dividida en grandes placas longitudinales. El tronco emite ocasionalmente retoños, asemejándose en esto al *pinus leiophylla*.



ESPECIE TEOCOTE

**NOMBRES VULGARES:**

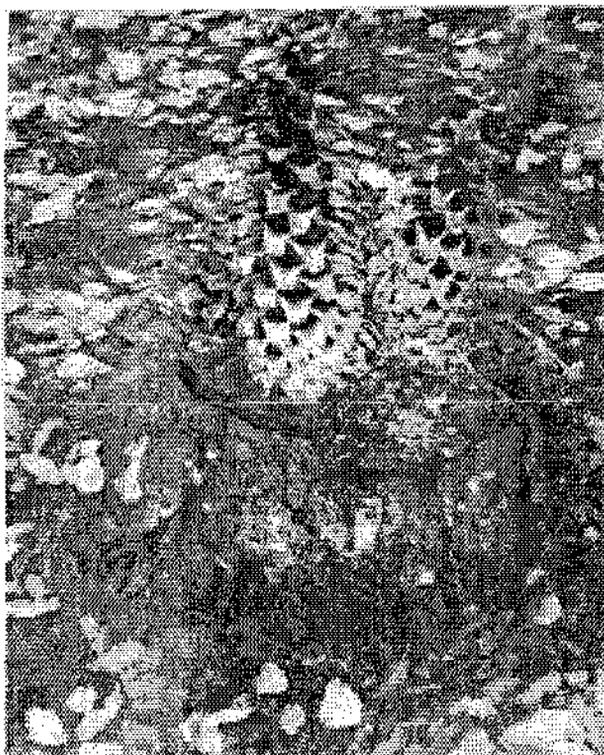
Los pinos, lo mismo que las otras plantas, tienen nombres vulgares, los cuales con frecuencia se prestan a confusión, debido a que una misma especie recibe diferentes nombres; o bien, un mismo nombre corresponde a diferentes especies. En lo general llaman "ocote" a las especies más resinosas; para otras es común oír los nombres de "pino prieto", "pino blanco", "pino chino", "pino real", "ocotelacio", etc., sin que sea posible saber a que especie se refieren, por ser diferentes según las localidades.

Por tal motivo, los pinos deben llamarse por su nombre botánico, desentendiéndose de los nombres vulgares.

También ha sucedido que una especie haya recibido dos o más nombres científicos, debido que fue clasificada por varios autores o dos veces por uno mismo, pero el asunto en tal caso se simplifica, aceptando el que tenga la prioridad.



OBSERVANDO LOS FRUTOS DEL PINUS  
(PIÑAS)



FRUTO (CONO) LLAMADO VULGARMENTE  
MAZORCA O PIÑA

FRUTO (cono).

Se llama vulgarmente mazorca o piña y por su forma puede ser ovoide, oblongo, subcilíndrico, como, simétrico o asimétrico.

Por su posición puede ser erguido, encorvado o reflejado. En este último caso, se encuentra colocado paralelamente a la ramilla dirigida hacia la base de ésta.

Consta de un eje central donde se insertan las escamas y está sostenido por un pedúnculo largo en el pinus oocarpa y en pinus nelsoni; corto como en el pinus teocote o casi nulo como en el pinus patula y otros.

El tamaño de los conos varía desde unos dos y medio centímetros (pinus herrerae), hasta algo más de cuarenta (pinus ayacahuite brachyptera).

### C) PRODUCTO DE LOS PINOS

Se obtienen dos clases de productos: los primarios o directos o sea madera, trementina y semillas según las especies; y los secundarios o indirectos, como, carbón,

aguarrás, brea, ácido piroleñoso, alquitrán, alcohol metílico, etc.

#### D) LA MADERA

Para observarla conviene hacer en un tronco un corte transversal, otro tangencial y otro radial.

En el corte transversal de un tallo se observa de afuera hacia adentro.

1.- Corteza.

2.- La altura o sea una zona de color claro, de espesor variable que es la parte viva por donde circula la sabia.

Corlados los pinos en su madurez, la duración de su madera es muy variable; mientras que algunas se pudren tiempo después de cortadas, otras duran muchos años aún colocadas en lugares desfavorables. Esa variabilidad depende de la preparación a que se someten y de las condiciones en que se colocan. En las que tienen una proporción grande de altura, la duración es menor, debido a que esa zona es la que es más fácilmente alterable.

La madera es atacada por numerosos enemigos que la deterioran, desorganizan o manchan. Entre los enemigos se encuentran a los hongos, varios insectos como las

termitas (coptotermes, heterotermes, etc.), hormigas, polilla (taptor oblongus), pues se alimentan de la madera transformando la celulosa en azúcares, mediante la acción de la fermentación.

Cuando se logra desterrar estos enemigos, la madera es indefinida y ésto se ha comprobado al examinar maderas que datan de muchos siglos.

#### E) PRESERVACION DE LAS MADERAS

El barniz, la pintura y la carbonización parcial son medios elementales de preservación, pero poco efectivos pues solo actúan en las capas superficiales. De mayor importancia es el empleo de las sustancias químicas que impregnan totalmente a la madera.

Las sustancias más comunes empleadas son: creosota y el cloruro de zinc, fluoruro de sodio, polidrinados o nitratos del naftaleno, tetraclorofeno, etc. que están en un periodo experimental; la más usada es la creosota.

Es preciso secar bien la madera con el aire o en estufas de secado, esto enjuta los tejidos y expulsa la humedad, para que no pierda sus variaciones y dimensiones y al mismo tiempo se vuelve más resistente.

Además de los perjuicios mencionados, respecto de los pinos esta la tala inmoderada y sin cuidado de los bosques de pináceas y el reducido número de Guardias Forestales con que se cuenta. Sería bueno que por cada árbol que derribe, se obliga y se comprobara que planten 5 y así no se sentiría este problema.

La superficie poblada de pinos se calcula cerca de diez millones de hectáreas. La existencia se estima en 285'769,555 de árboles, con un volúmen de 429.906,449 metros cúbicos, con una posibilidad de explotación anual de 14.330,214 metros cúbicos.

#### MEXICO, JALISCO Y CHIHUAHUA:

Los estados más productores de pinos son Durango, Jalisco, Michoacán y México; menos favorecidos son Colima, Aguascalientes y Queretaro. No hay pinos en Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo.

Vegetan los pinos en lo general en regiones montañosas, en alturas de 1,800 a 4,000 metros, siendo el de más elevada colocación el *P. Hartwegii* que suele verse en las regiones vecinas a las nieves y entre las demás bajas situaciones el *P. Lawsoni*, el *P. Pringle* y el *P. Strobus chiapensis*, que adaptan al medio semitropical.

## F) TECNOLOGIA QUIMICA DE LA MADERA

APLICACIONES Y USOS DE LA MADERA.

UTILIZACION QUIMICA DE LA MADERA.

### EXTRACTOS:

Caucho.

Azúcares.

Taninos.

Resinas.

### PULPAS MECANICAS:

Papel.

Cartones.

Cajas.

### PULPAS QUIMICAS:

Fibras.

Plásticos.

Hojas.

Niteocelulosa.

Derivados de celulosa.

### AGUARRAS:

Insecticidas.

Alcanfor.

Sustancias aromáticas.

## LEJIA RESIDUAL:

Sulfato.  
Sulfato.  
Alcohol.  
Azúcares.  
Solvente.  
Nylon, etc.

## HIDROLISIS:

Lignina  
vainilla  
DMSO = Dimetilsulfoxido.  
Carbón activo.  
Ligno sulfonatos.

## CARBONIZACION:

Carbón.  
Ac. acético.  
Alcohol metilo.

## OIL:

Colofonia: jabones, encolantes, aglomerantes.  
Grasas.  
Esterinas: hormonas, ungüentos.  
Pinturas: ac. grasos.



PARA HACER EL DERRIBO DE PINOS, SE HACEN DOS COR-  
TES: UNO HORIZONTAL Y OTRO INCLINADO

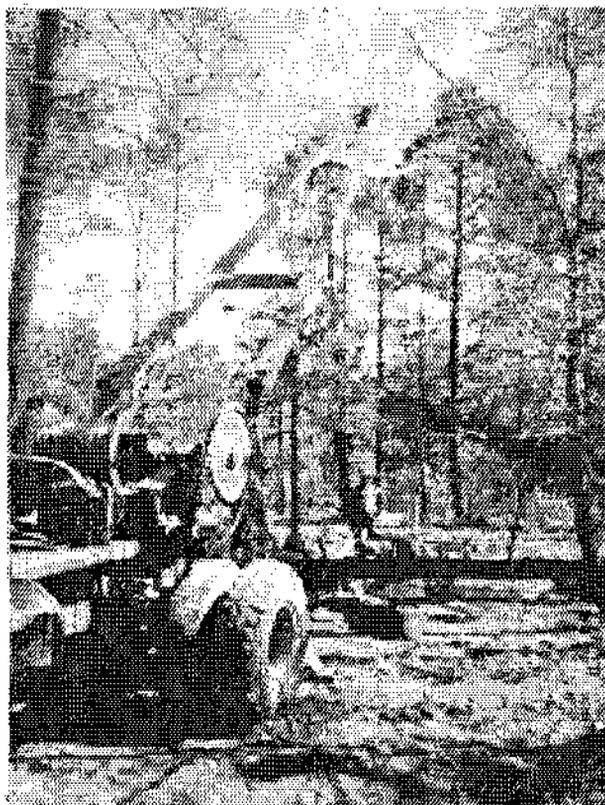


APROVECHAMIENTO DE CORTA

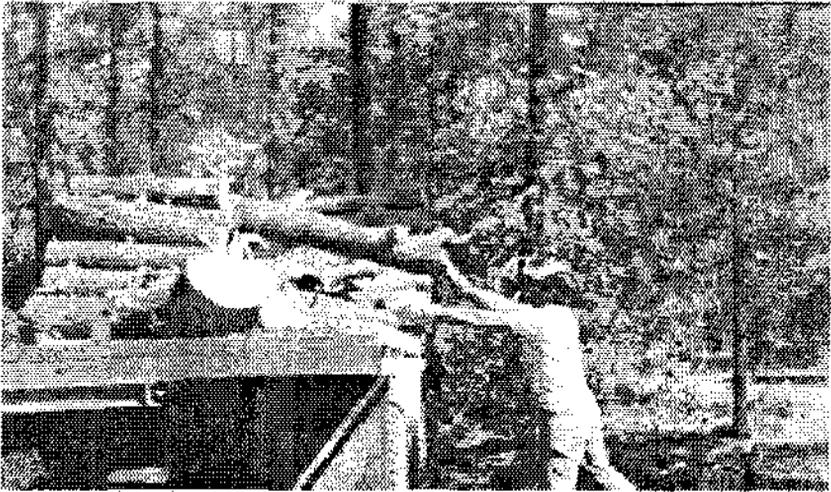


### LUGAR DE DERRIBO

UNO DE LOS CORTES QUE LE HACEN AL PINO  
PARA SER DERRIBADO DA LA DIRECCION A SU  
CAIDA



EL ACARREO DE LARGAS DIMENSIONES SE HACE EN DOS FORMAS, POR MEDIO DE LA GRUA DE PLUMA, DIMOTOR MONTADO EN UN CAMION



**CARGA MANUAL DE CORTAS Y PEQUEÑAS  
DIMENSIONES**



DOCUMENTADOR LLEVA EL CONTEO, MIDE LOS  
DIAMETROS Y EL LARGO



HACEN EL DERRAME Y ASI ES MAS FACIL PARA QUE  
ENTRE EN DESCOMPOSICION PARA FORMAR PARTE  
DEL SUELO

G) ESPECIES RICAS EN TREMENTINA

Pinus leorphila,  
Pinus pseudostrobus,  
Pinus hartwegii,  
Pinus montezumae,  
Pinus teocote y  
Pinus oocarpa.

La producción varía con la edad y la época del año, los meses mas favorables son Marzo y Octubre. La resinación comienza cuando el árbol tiene de 15 a 20 años de edad.

## H) ASERRADERO



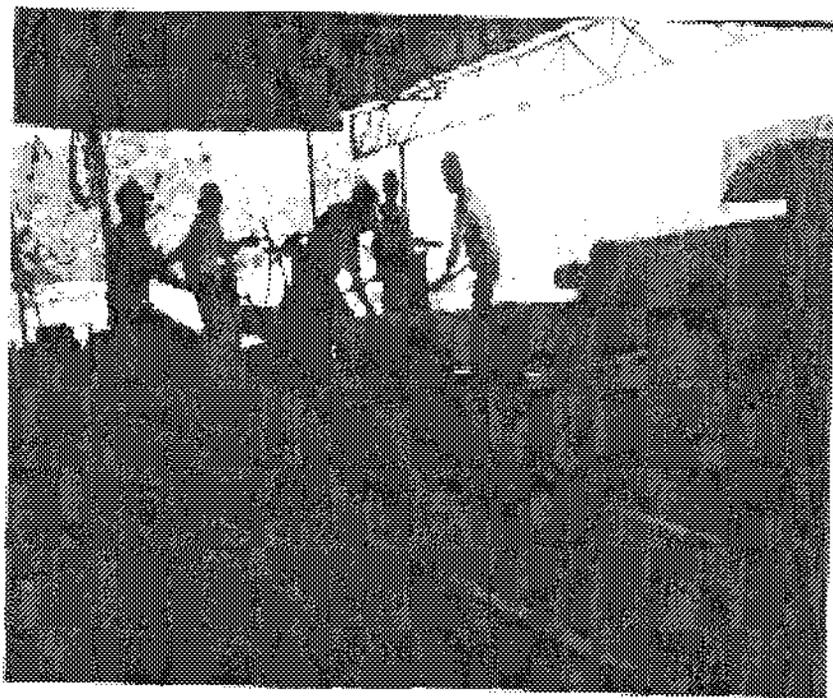
CAMION CARGADO DE CORTAS DIMENSIONES, LISTO PARA PARTIR A LOS ASERRADEROS



CAMION LISTO, EN CAMINO PARA EL ASERRADERO



DESCARGUE DEL CAMION, MADERA DE LARGAS DIMENSIONES EN ROLLO



- LARGAS DIMENSIONES -

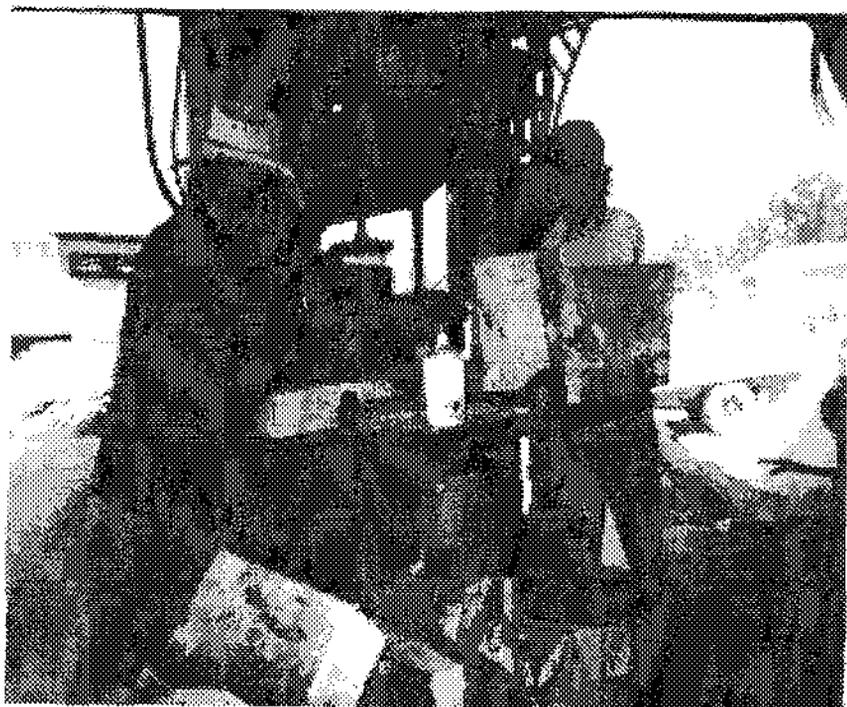
LLEGA LA MADERA EN ROLLO O TROZO, RODILLOS DE TRANSPORTE LLEGA AL TROCERO COMERCIAL, REASERRADERO DA EL GRUESO EL ANCHO, UNA VEZ CLASIFICADA, LA TRANSPORTAN A LA ESTUFA DE SECADO



TORRE O SIERRA PRINCIPAL. EL SEÑOR ESTA CLASIFICANDO LA MADERA, EL DA LA DECISION



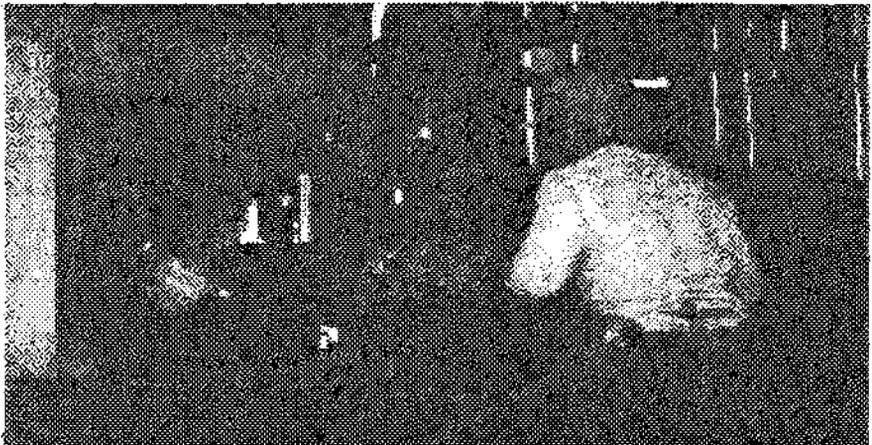
ASERRADERO



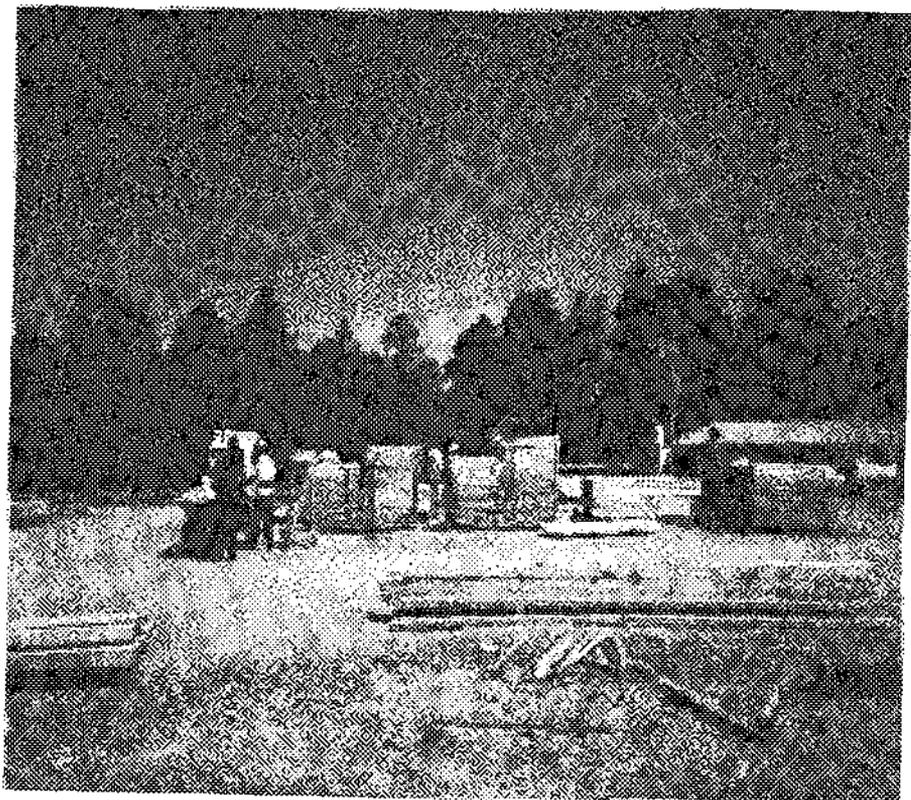
PROCESO MADERA PARA CAJAS MACHIMBRE



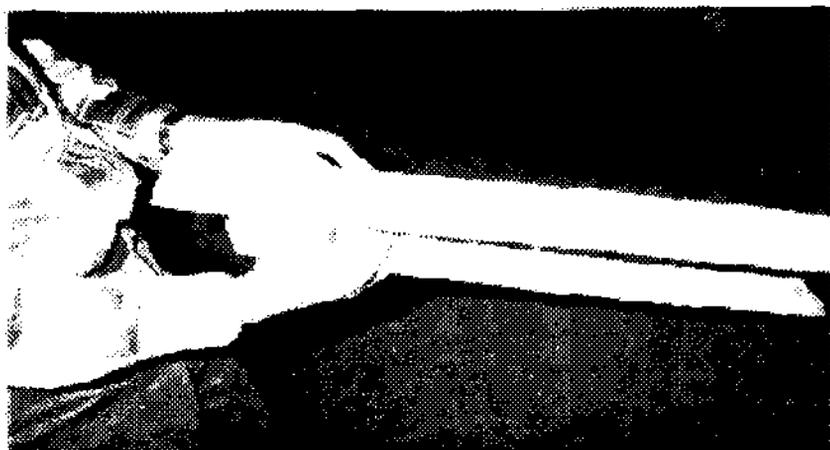
EL CARRITO QUE TIENE EL JOVEN ES PARA TRANSPORTAR LA MADERA DE CORTAS DIMENSIONES EN ROLLO



TROZERO DE CORTAS DIMENSIONES PARA CAJAS Y MACHIMBRE



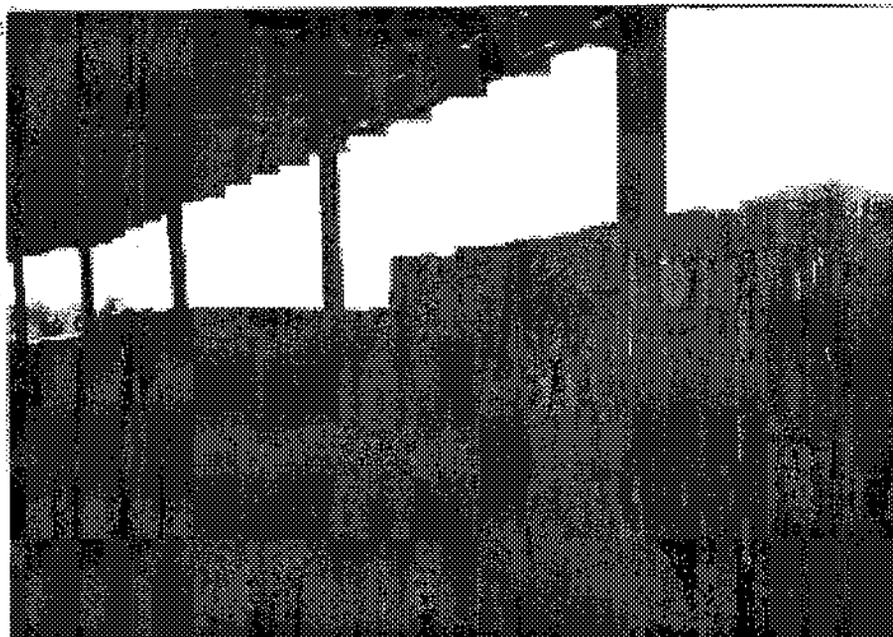
PATIO DE SECADO



MACHIMBRE: LLAMADO ASI PORQUE ES EL MACHO Y OTRO HEMBRA, LOS CUALES SE UNEN PARA FORMAR EL MACHIMBRE



AMARRE DE MACHIMBRE



AMARRES LISTA PARA SALIR AL MERCADO

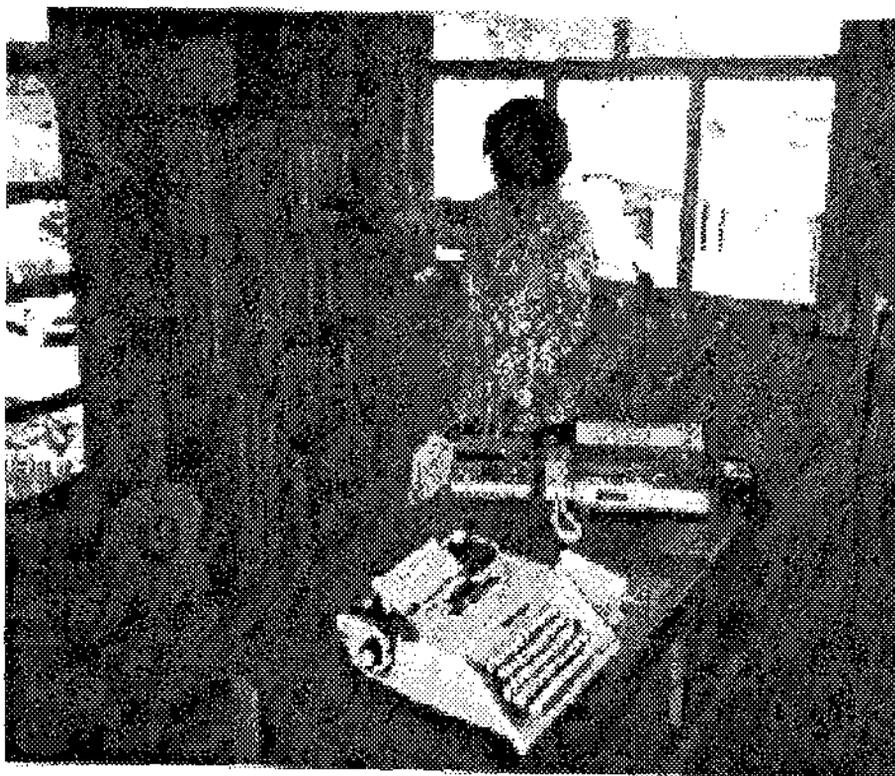


PALOS BOLEADOS LISTOS PARA SALIR AL MERCADO

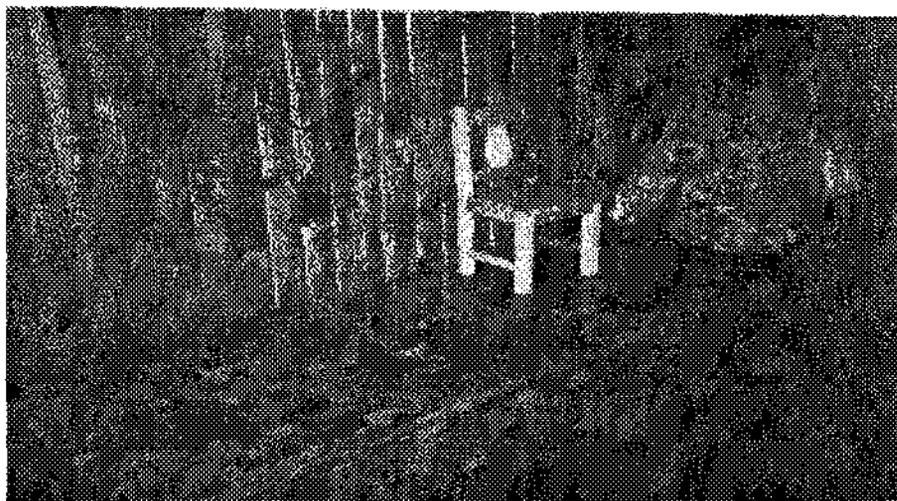
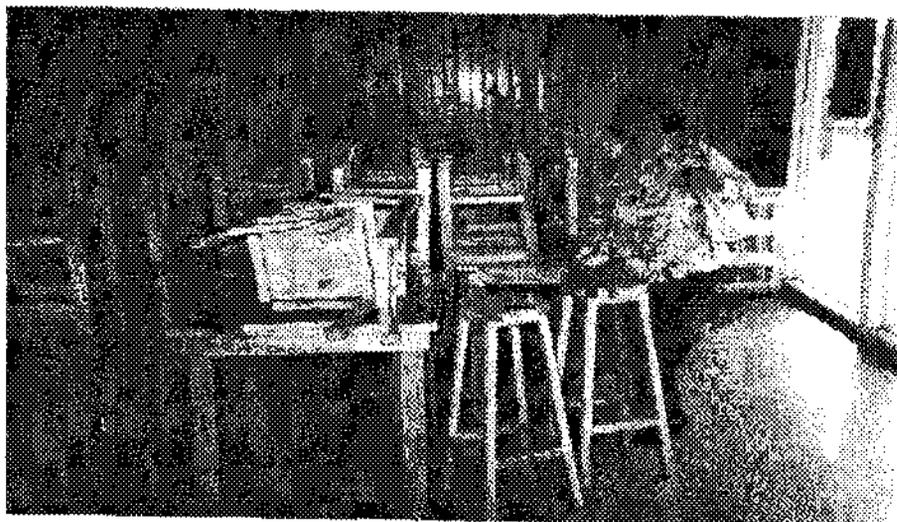
**MUEBLES:**

Tableros para construcción, tableros de madera aglomerada, tableros de madera mineralizados, etc.

México tiene unos millones de hectáreas de superficie forestal y representa el 1% de la superficie mundial, existen 3,100 millones de metros cúbicos de madera, en 1974 se cortaba 6.9 millones, por lo que se explota el 9%.

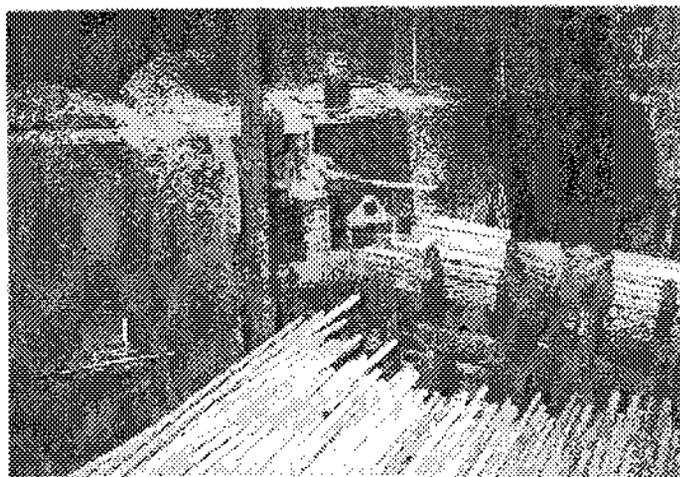


## FABRICA DE MUEBLES





FABRICA DE MUEBLES

BOLIADORA: PALOS PARA ESCOBA, TRAPEADOR,  
ETC.

## Industrialización del Pino

### 1) Trabajo de un Aserradero

Para determinar la capacidad de producción del aserradero, es necesario considerar el volumen de materia prima disponible y el número de días hábiles del ciclo de trabajo.

Otro factor que se debe tomar en consideración, es el coeficiente de aserrío.

El coeficiente de aserrío que se ha determinado en empresas forestales del sector social que operan con rentabilidad es del 55%, en un ciclo de producción que varía de 230 a 288 días.

De los residuos de aserrío, que son equivalentes al 45% del volumen disponible de materia prima, es posible obtener productos secundarios, tales como caja de empaque, cuadrado para bastón de artículos de limpieza o astilla para celulosa.

El proceso de transformación que se puede establecer para un aserradero no es único, ya que depende entre otros factores, de los productos a elaborar, la disponibilidad y especialización de la fuerza de trabajo, del volumen y características de la materia prima y del mercado existente o potencial.

En forma general, el proceso de transformación (aserrío) de la madera en rollo a productos aserrados, consiste en:

- 1.- Asierre de la troza en tablas o tablones.
- 2.- Reasierre longitudinal de las tablas o tablones para dar el ancho deseado.
- 3.- Asierre transversal para dimensional a lo largo.

Algunas características que debe reunir dicho proceso son:

- Permitir el flujo continuo de los materiales.
- Evitar el manejo excesivo de los productos en proceso.
- Permitir el aprovechamiento óptimo de la materia prima.
- Contemplar la canalización de los residuos de aserrío hacia otros procesos para su aprovechamiento.
- Facilitar la identificación de la maquinaria y personal necesarios en cada operación.

Todo proceso de aserrío debe contemplar el aprovechamiento de los residuos y los productos que se pueden obtener son: cuadrado para bastón de artículos de limpieza, caja para empaque o astilla para celulosa.

Es mercado que de acuerdo a las condiciones de mercado del área de influencia de la empresa, se seleccione el producto más rentable; ya que si se tratan de elaborar todos los productos, en determinado momento la maquinaria que se adquiera para tal fin será subutilizada.

## J) Resinas

El empleo de las resinas de origen vegetal, producto de la exudación de algunas especies de árboles, debe haber sido conocido en las más remotas culturas. Sus propiedades preservativas para la conservación de las maderas, lo mismo que sus virtudes odoríferas al incinerarse y sus propiedades medicinales, seguramente alcanzan muy lejana utilización ritual en las ceremonias religiosas primitivas, asociadas con el culto del fuego.

HISTORIA.- Ya en fases avanzadas de la cultura del hombre, el incienso y las mirras son de conocido y amplio uso en las religiones orientales más antiguas, que pasan con las herencias grecolatinas, a la liturgia en los primeros siglos de la Iglesia Cristiana. Costumbre similar con parecidas resinas odoríferas se encuentra en las ceremonias religiosas de las más antiguas creencias primitivas entre las culturas de Mesoamérica, que también quemaban "copalli" frente a sus ídolos, el sahumado de sacerdotes, de señores por parte de sus súbditos o entre los nobles para honrarse entre sí. Prueba de estos usos se tienen en los códices Florentino y de Sahagún y en las piezas de cerámica arcaica pertenecientes a los estratos más antiguos de las diversas culturas mesoamericanas en donde abundan fragmentos o ejemplares completos de sahumaríos que aún conservan las huellas de las resinas utilizadas.

Asimismo, se ha descubierto que el cemento invariablemente empleado por los artifices indígenas de las culturas náhuatl, tolteca, maya, zapoteca y mixteca, en la construcción o elaboración de máscaras rituales y mosaicos de turquesa, era un compuesto de resinas de origen vegetal, probablemente extraídas de especies pináceas. Además de estos usos, las resinas eran utilizadas por los habitantes de la América Precolombina en las lumbradas de las grandes festividades indígenas, en productos medicinales como el unguento de trementina.

En épocas más recientes, ya en la época de la Colonia, la extracción indígena de las resinas cayó en desuso, debido a la transformación operada en las costumbres de los grupos sometidos, aunque aparecieron otras como el uso generalizado de hachones y antorchas impregnados de trementina para el alumbrado nocturno en pueblos, ciudades y casas; para el inicio de ignición de braceros de leña o carbón, para el engrasado de ejes y ruedas de carretas y carrozas, principalmente.

**CARACTERISTICAS Y PROPIEDADES.**- Caracterizándose por su estabilidad química, las resinas, principalmente las de origen vegetal, son sustancias sólidas o semisólidas, generalmente de estructura amorfa, raramente cristalina; de color amarillo a rojo pardo; transparentes a translúcidas. No son atacadas fácilmente por bases o ácidos; insolubles en agua y en solventes inorgánicos y más o menos solubles en diver-

solventes orgánicos como el éter y el alcohol. Con moderado calor se ablandan y se funden; son combustibles y arden con llama fuliginosa, siendo malas conductoras de calor y de la electricidad.

### **Resina de Pino**

HISTORIA.- La oleo-resina de los pinos y sus productos han sido utilizados por el hombre desde épocas remotas y aparecen en las culturas más antiguas de todo el mundo, de tal forma que la Biblia en el Génesis ya hace referencia a ellas: "Hazte un arca de madera Gopher: harás aposentos en el arca y la embetunarás con brea por dentro y por fuera".

De la misma manera, los arqueólogos han descubierto que los antiguos egipcios usaban una oleo-resina natural para hacer barnices repelentes del agua y lacas para las momias que duraron centurias.

En el México precortesiano, se dice que existió una dicsa que fue la primera que inventó la resina, y es un aceite sacado por artificio de la resina del pino que aprovecha para sanar muchas enfermedades.

La producción de resina en lo que actualmente es Estados Unidos de América, a nivel comercial, se inició en 1605 y alcanzó su apogeo en 1805 en Carolina del Norte donde operaban más de 1,500 alambiques. Habiendo declinado la producción de resina en Carolina del Norte y posteriormente en Ca-

rolina del Sur, en 1875 se iniciaron las actividades resineras en Georgia; y en 1880 tales actividades se habían hecho la industria principal del Estado y poco después lo constituían en el líder de la producción mundial de resina.

Hasta 1820 la trementina tuvo valor comercial y su producción fue limitada, pero a partir de 1834, con mejoras en las instalaciones de destilación que superaron la cantidad y calidad de los productos, la producción de aguarrás y brea se estimularon gradualmente mediante su uso creciente en la manufactura de barnices y pinturas y más tarde en la disolución del caucho y como iluminante en mezcla con alcohol. A partir de 1850 se consumieron cantidades crecientes en la industria de papel y jabón; y, finalmente, dio lugar al alza de su precio, su utilización en la manufactura de hules.

En México, las explotaciones comerciales de resina se han venido realizando desde aproximadamente 1920, localizándose principalmente en los estados de Michoacán, Jalisco y México, en ese orden de importancia, aunque también se realizaban para 1940 en Durango y Nuevo León.

Los métodos de aprovechamiento y extracción de las resinas de los árboles han tenido un gran desarrollo, y van desde los antiguos métodos destructivos que afectaban notablemente a los árboles o causaban su muerte, hasta los modernos de pica de corteza a vida con uso de estimulantes, que no afectan excesivamente los árboles.

Los pinos (Pinus spp) son una de las fuentes, por renovable de madera, resina y sus derivados para la industria química, así como la producción de papel y otros productos maderables o no, de gran utilidad para el desarrollo de la humanidad; es importante por los fines escénicos y recreativos que cumple, ya que forma uno de los árboles de mejor porte y belleza, así como en la recuperación de suelos y control de erosión.

COMPOSICION, CARACTERISTICAS Y PROPIEDADES DE LA TREMENTINA, BREA Y AGUARRAS.- Las resinas de los pinos fluyen en forma de una oleo-resina brillante de granos finos, que es una solución de una resina típica llamada brea o colofonia disuelta en un aceite esencial llamado aguarrás o esencia de trementina. A esta solución de brea y aguarrás se llama trementina, miera o gema, la cual en contacto con el aire se vuelve viscosa, opaca y deja en el tronco, al evaporarse el aguarrás, un depósito de sustancia blanca y amarillenta que recibe el nombre del barrazco, galipodio o incienso blanco.

#### k) Trementina

La trementina es una oleo-resina líquida obtenida de los pinos, viscosa, de aspecto lechoso, hilante, aromática y de sabor quemante y amargo. Fundida tiene un color que varía del amarillento pálido al pardo amarillento pero se en-

turbia con el enfriamiento. La oleo-resina de los pinos después de salir de la herida o lugar de punción se solidifica por cristalización en una papilla cristalina blanca. La fracción resinosa de la trementina en solución coloidal con la esencia de trementina (aguarrás) está constituida por cuatro sustancias: ácidos resínicos y que se subdividen en ácidos terebentínicos (entre ellos el ácido pimárico con sus dos formas ópticamente diferentes), ácidos sapínicos y ácidos colofónicos (entre ellos el ácido abietínico); ésteres de resina; alcoholes de resina (resínoles) y resenos en muy pequeñas dosis. La esencia de la trementina a su vez, está formada en su mayor parte por hidrocarburos terpénicos monocíclicos y bicíclicos y por terpenos oxigenados. La trementina es soluble en la mayoría de los solventes orgánicos como el alcohol, éter, cloroformo, ácido acético glacial, etc; es combustible, poco tóxica y por obtener ácidos resínicos libres su solución alcohólica tienen reacción ácida. El índice o número de ácido de la trementina común oscila entre 105 y 125- y su índice de saponificación casi coincide con el índice del ácido o es sólo un poco más elevado. El contenido de componentes (brea y aguarrás) en la trementina es muy variable- y puede oscilar entre 60 y 80% de brea y 10 a 30% de aguarrás.

DESTILACION DE LA TREMENTINA.- La industria resinera de México utiliza como materia prima la oleo-resina que producen diferentes especies del género Pinus, comprendiendo -

sus actividades dos aspectos fundamentales: el primero, que se refiere a los trabajos de extracción en el monte; y el segundo, al proceso que se realiza en las fábricas, con objeto de separar los componentes de la oleo-resina: la colofonia o brea y el aguarrás o esencia de trementina.

En México, el uso de la trementina y de sus derivados - data de tiempo inmemorial con un carácter doméstico, ya que como industria propiamente dicha, es a principios de este siglo cuando empieza a tener cierta importancia económica dentro del mercado nacional, incrementándose progresivamente en función al desarrollo industrial no sólo de nuestro país, sino de las naciones más adelantadas, que cada día fueron encontrando mayores usos en el campo industrial para estos productos.

OPERACIONES INDUSTRIALES EN LA DESTILACION DE LA TRE---  
MENTINA.- El objetivo industrial de las plantas resireras, - consiste en la separación por destilación, de los componen--tes de la trementina, que son el aguarrás y la colofonia. El aguarrás hierve a una temperatura próxima a los 150<sup>0</sup>C y la - colofonia no comienza a emitir vapores y a descomponer hasta los 180<sup>0</sup>C, lo que permite en consecuencia, separar el agua--rrás en estado de vapor, el cual puede condensarse en un re--frigerante y obtener la colofonia fundida en el alambique.

## L) Brea

La fracción resinosa ácida de la trementina, conocida como brea o colofonia está constituida hasta en un 90% por ácidos resínicos, los cuales son ácidos monocarboxílicos de alquil fenantrenos de los que los más importantes son los ácidos abietínicos y pinárico.

Dentro de los ácidos de tipo abietínico se encuentran los ácidos levopimárico, neoabiético, dihidroabiético, tetra hidroabiético, los cuales por su tendencia se convierten en isómeros más estables del ácido abiético, el cual es un componente dominante, La parte neutra de la brea que constituye a un 10% de ésta; está constituida en un 60% por ésteres, ácidos resínicos y grasos; los ácidos grasos son del tipo general que se encuentran en otros vegetales predominando los del tipo  $C_{18}$ , oléico, linoléico, linolénico y esteárico. La porción alcohólica de los ésteres está constituida por alcoholes superiores, hidrocarburos y esteroides. Los ácidos resínicos poseen en sus moléculas dos centros de actividad química, las dobles ligaduras y el grupo carboxílico, a la cual se deben las muchas modificaciones en la estructura y la posibilidad de numerosos derivados a través de isomerización, oxidación, hidrogenación, desproporcionamiento, polimerización, adición, sustitución, etc.

La brea o colofonia, también conocida como pez griego es una sustancia quebradiza de aspecto vítreo y fragmentos

angulosos, translúcidos con color variable desde el amarillo pálido al café rojizo casi negro; casi inodora e insípida.

Su peso específico es de 1.07 - 1.08.

De la misma manera que el aguarrás, la brea se clasifica en primer lugar por su origen, habiéndose establecido dos tipos:

- a) La recuperada u obtenida después de separar el aguarrás de la trementina obtenida de los árboles vivos.
- b) La recuperada después de la destilación de los aceites volátiles de la oleo-resina contenida o extraída de la madera del pino, por medio de un proceso químico o físico, acompañado de un refinamiento posterior.

El color de la brea varía entre un matiz amarillo pálido y el rojo oscuro, pasando por todos los matices del ámbar. Su color depende de la procedencia de la trementina, de la naturaleza del instrumental metálico que se empleó en su obtención, del método de limpieza y manufactura, del tiempo que estuvo en la cara de resinación, de la cantidad de basuras y materias extrañas, arrastradas por la trementina.

Los matices más claros tienen los mejores precios, ya que el color de la brea tiene importancia en los usos industriales de la misma, de tal manera que la clasificación que-

de ella se hace, toma en cuenta esta característica, comparando la brea producida o comercialización con colores normalizados para cada grupo que se presentan en dados o pequeños cubos de vidrio coloreado, o bien, a través de muestras tipo hechas de resina, que pueden ser obtenidas por inspectores, distribuidores y/o consumidores.

En orden de mayor o menor calidad, los muestrarios de interés dominante en el mercado nacional e internacional están dados por la clasificación norteamericana, utilizada en transacciones comerciales internacionales.

USOS.- En términos generales, la brea modificada o sin modificar se utiliza en la fabricación de pinturas, barnices, lacas y "pex de cerveceras"; en el encolado de papel y cartón; en la preparación de lubricantes y aceites emulsificables y betún para zapatos; en farmacología en la preparación de ungüentos, emplastos, remedios internos y mezclas de sinfectantes; así como antiderrapante en "rings", para la fabricación de jabones, etc.

M) Aguarrás

La fracción volátil o no resinosa de la trementina, conocida como aguarrás o esencia de trementina está constituida principalmente por hidrocarburos terpénicos monocíclicos como el dipenteno, terpineno, terpinoleno, P-metano, cimeno; hidrocarburos terpénicos bicíclicos como el alfa pineno y el beta pineno; y terpenos oxigenados como el terpineol, terpin birneol, isoborneol y alcohol fenquílico, con la fórmula general  $C_{10}H_{16}$ .

Es un aceite esencial volátil que, libre de impurezas, es un líquido incoloro, neutro, de olor penetrante, inmiscible con el agua y más ligero que ésta. Es soluble en alcohol, éter, sulfuro de carbono, bencina y aceites grasos, siendo a su vez un muy buen disolvente.

Por la acción del tiempo, el contacto con el aire y la exposición a la luz, el aguarrás experimenta alteraciones de importancia. A causa de la absorción del oxígeno se colorea paulatinamente de amarillo, pierde fluidez, adquiere reacción ácida y se altera su punto de ebullición, densidad, poder rotatorio y solubilidad.

TRATAMIENTO DE LA CACHAZA, COLAS Y LODOS.- Los residuos de la fusión, filtración y decantación de la resina como son la cachaza, colas y lodos, son sometidos a un tratamiento para la recuperación del aguarrás de que están impregnados. El tratamiento consiste en someterlos a un calenta---

miento en un alambique diferente al de la destilación de la resina en el que por el calentamiento e inyección de vapor de agua los vapores del aguarrás pasan a un condensador, siguiendo un procedimiento similar al anterior. La recuperación de aguarrás en cada uno de estos elementos se hace por separado. La cachaza una vez sometida a este tratamiento, se utiliza como combustible en los hornos ladrilleros; o es posible su reprocesamiento, para la recuperación de breas oscuras de las que queda impregnada, mientras que lo resultante de lodos y colas ya es desecho, aunque en algunos lugares es usado, con mezcla de arena, como un tipo de asfalto.

Además de las operaciones industriales en la destilación de trementina que se han descrito y que con ligeras variantes son las que existen en México, existen otros procedimientos más avanzados en otros países, como el de la destilación continua que utiliza un sistema de lavado y filtrado de la preparación, un precalentado previo y una destilación continua en torres de destilación.

En el mercado internacional se distinguen cuatro tipos de esencias de trementina o aguarrás, de acuerdo a su origen o métodos de obtención:

- a) El aguarrás proveniente de la destilación de la oleo-resina extraída del árbol vivo,
- b) El obtenido por destilación al vapor de la oleo-resina contenida en la madera, ya sea en presencia de la propia madera, o bien, después que ha sido ex--

traída de ella.

- c) El que se obtiene de los productos resultantes de la destilación seca de la madera.
- d) El que se destila de los condensados que se recuperan en el cocimiento de la pulpa de madera para papel al sulfato.

Las variaciones en la calidad del aguarrás dependen de la calidad y edad de la trementina, de la época del año, en que la oleo-resina fu extraída, del cuidado en el proceso de destilación y el tipo de material de alambiques, condensadores y tanques de almacenamiento, tuberías y recipientes y el tiempo en que haya estado a la intemperie.

USOS.- El aguarrás tiene también múltiples usos y aplicaciones, usándose extensivamente como rebajador volátil para pinturas y barnices; secador de esmalte y selladores de madera; para la preparación de lacas grasas y lacas fluidas; así como en la fabricación de insecticidas, fumigantes, desinfectantes, pulimentos, colorantes, jabones, medicinas, etc.

#### N) Productos de la Destilación de Maderas

De la madera pueden obtenerse una gran cantidad de extractivos básicamente por dos procedimientos, la extracción selectiva y la extracción destructiva.

En la extracción selectiva se separan uno o varios constituyentes de la madera, sin cambiar su naturaleza y conservando, aunque sea parcialmente, su organización celular; pudiendo ser por disolución, como en el caso de la obtención de celulosa o pasta para papel, o bien, por arrastre, como en la extracción con vapor de agua de esencias aromáticas como el alcanfor.

El procedimiento de extracción destructiva es generalmente la "destilación seca de la madera", la cual da un residuo de carbón y por otro lado gases, alquitranes y jugos bituminosos, aunque también se realiza por la acción de alcalis como en la fabricación del ácido oxálico o por la acción hidrolizadora de los ácidos en la obtención de glucosa para la producción de alcohol.

La destilación seca de la madera consiste fundamentalmente en calentar madera en un horno o retorta en ausencia de aire o en presencia de una cantidad limitada de él, para la obtención o formación de productos diferentes de aquella. Por este proceso la madera se descompone y se alteran las propiedades de sus componentes. Los cambios químicos que se presentan, por las temperaturas elevadas del proceso, impli-

can la descomposición de las moléculas más complejas en moléculas más sencillas o en igualmente complejas pero diferentes.

La destilación seca de la madera da cuatro productos inmediatamente separables:

- Carbón de madera.
- Alquitrán de madera.
- Una solución acuosa que contiene principalmente metileno y ácido acético llamada jugo piroleñoso.
- Gases.

Estos productos no son puros, sino que se encuentran - constituidos por mezclas de diferentes compuestos químicos.

Los métodos que se emplean actualmente para la destilación de la madera pueden clasificarse en dos grupos principales: la destilación por combustión parcial y la destilación en retorta.

En la destilación por combustión parcial, la combustión de una parte de la leña da el calor necesario para la destilación de la masa total, de tal suerte que los productos de la combustión se encuentran mezclados con los productos de la destilación, mientras que en la destilación en retorta la leña es carbonizada en vaso cerrado, gracias al calor de un - hogar exterior.

## 0) El Carbón

PROPIEDADES Y CARACTERISTICAS.- El carbón que se obtiene en la destilación seca normal de la madera nunca es puro, pero tiende a serlo a medida que la temperatura de obtención es más elevada. En la práctica, el carbón obtenido abajo de  $260^{\circ}\text{C}$  es muy impuro y de mala calidad, ya que contiene materias volátiles, las cuales se desprenderán durante la combustión con gran emisión de humos.

La composición y rendimiento del carbón varían de acuerdo a las temperaturas de obtención, en los que se observa - que la descomposición de la madera es muy notable hacia los  $250^{\circ}\text{C}$  y que crece rápidamente hasta  $300^{\circ}\text{C}$  y después más lentamente.

El carbón comercial debe ser negro, ligero y con superficies de ruptura brillantes. Este carbón deberá contener - cuando menos 80% de carbono puro, y según lo indicado anteriormente, deberá ser obtenido a una temperatura superior a los  $360^{\circ}\text{C}$ , resultando en la práctica a  $400^{\circ}\text{C}$  más o menos. La composición y la calidad del carbón varían no solo con la - temperatura final de la destilación sino también con la naturaleza de la madera. Las maderas duras requieren temperaturas mucho más elevadas que las maderas blandas, debiéndose - ésto a la mayor resistencia de la lignina a la descomposición.

USOS.- El carbón vegetal tiene gran cantidad de usos -

desde los domésticos hasta los industriales, entre los que se pueden mencionar los siguientes:

- Usos culinarios y para calefacción doméstica.
- Como combustible para fines industriales en el secado directo de algunas materias, como el lúpulo y el tabaco o como combustible interno en la fabricación de cal y cemento.
- Por sus propiedades reductoras en la separación de metales como el cobre y el hierro y en la fabricación de acero.
- En otros usos industriales como en la reparación de altos hornos, refinación de mezclas de minerales de hierro, producción de silicio cristalino y silicio-cromo y en trabajos de fundición.
- En horticultura como abono superficial y mejorador y en otras aplicaciones, en la fabricación de pigmentos para tintas de imprenta y pinturas, fuegos artificiales y pólvora, plásticos, producción de caucho, fabricación de cianuros, carburos y sulfuros, fabricación de gas de agua, recuperación de gases y vapores, etc., y como carbón activado es una gran multiplicidad de usos y aplicaciones.

P) Alquitrán de madera y jugo piroléñoso

Como se indicó anteriormente, aparte del carbón de madera, la destilación de la madera da otros tres productos in

mediatamente separables que son los gases de madera, el alquitrán de madera y el jugo piroleñoso.

#### Gas de madera

PROPIEDADES Y CARACTERISTICAS.- Estos gases se utilizan como combustibles en aparatos modernos proporcionando energía calorífica barata, pudiéndoseles considerar como una fuerte alternativa de energía a los hidrocarburos fósiles.

#### Alquitranes de madera

Los alquitranes provienen de tres fuentes:

- 1.- De la celulosa y hemicelulosas.
- 2.- De la lignina.
- 3.- De las resinas.

Siendo de composición distinta según su origen.

Los alquitranes de celulosa contienen los productos siguientes: aldehído fórmico, furfural, oximetil furfural, gamma valerolactona, maltol y huellas de fenol.

Los alquitranes de lignina están constituidos por cresoles meta, creosoles, floral, derivados del ácido pirogálico y el éter dimetilico.

Los alquitranes de resinas son aceites de color claro que contienen carburos y principalmente derivados hidrogenados del reteno; pudiéndose establecer que la composición, -

propiedades y características de los alquitranes es muy variable y complicada.

#### Jugo piroleñoso

En el jugo piroleñoso se encuentran tres productos principales disueltos en agua:

- a) El ácido acético.
- b) El alcohol metílico.
- c) La acetona.

Llamándose al conjunto de estos dos últimos, metileno.

El ácido acético proviene a la vez de la celulosa y de la lignina, el alcohol metílico proviene exclusivamente de la destrucción de la lignina, mientras que la acetona es producida por pirogenación parcial del ácido acético.

Además de estos productos, el jugo piroleñoso contiene una fuerte proporción de alquitranes (de 6 a 10%) disueltos a favor de los productos precedentes o naturalmente solubles en agua. Una gran cantidad de productos de importancia secundaria se encuentran también en el jugo piroleñoso entre los cuales podemos mencionar a ácidos grasos, alcoholes, cetonas, ésteres, aminas, etc.

## V. CONCLUSIONES

Desde la aparición del hombre sobre la tierra, su vida estaba ligada a los vegetales, para satisfacer muchas de sus necesidades de la vida diaria e implementos para el desarrollo de su trabajo.

Para el hombre desde tiempos remotos, los árboles les prestaron ayuda como las cortezas, para construir sus balsas, ramas, etc. Así nos lo dice la Historia, y también hay que mencionar que la trementina ya la utilizaban como brea para sus rudimentarias embarcaciones.

Nos servimos de la madera del pino desde que nacemos y nos acompaña hasta que morimos. Hay razón suficiente para contemplar y describir su naturaleza.

No obstante la riqueza forestal, muchas áreas han sido explotadas a tal extremo que han llegado a desaparecer. - - Otras más han visto menguar su superficie, quizás debido a que al reconocer un elemento del conjunto, éste se derrumbaba, al perderse el frágil equilibrio que los sostiene.

Los bosques de pináceas son ecosistemas que abarcan - enormes cantidades de seres vivos, tanto microscópicos como macroscópicos. Los que se prestan relación mutua con el bosque y el hombre en diferentes formas.

Los bosques son el medio más propicio para evitar la contaminación del medio ambiente; proporcionan gran cantidad de oxígeno, humedad, contribuyen al ciclo del agua por la gran evaporación, benefician las funciones clorofilia--nas.

Además, en los bosques de pináceas con sus vistas panorámicas embellecen las regiones de las cuales disfrutamos, en fin, los bosques nos dan bienestar económico, social y cultural.

## VI. RECOMENDACIONES

- Recomendamos que no se hagan talas inmoderadas.
- Que siempre haya quien esté al cuidado de los bosques.
- Tener mucho cuidado para no provocar incendios de ninguna naturaleza.
- Que no conviertan estas zonas en muladares, los cuales traen consecuencias muy serias para plantas y animales.
- Cuando se hagan talas en los lugares de derribo, se realice la reforestación correspondiente.
- Que sean permanentes y atendidos los invernaderos de plantación.
- Que los que se dedican a hacer talas correspondientes para la obtención de la madera, lleven a cabo las reglas correspondientes como indican las instituciones.
- Cuando se presenten plagas u otras enfermedades propias en estas especies, aplicar las medidas necesarias para evitar que se siga propagando.
- Una vez concentrada la madera, así como los productos maderables, darles su debida aplicación y proceso, no desperdiciar, no abandonar, es decir, tener almacenamientos olvidados.

## VII. BIBLIOGRAFIA

- 1.- CARVAJAL, S. 1981. Notas Preliminares al Estudio del Gé-  
nero Pinus en Jalisco. VIII Congreso Mexicano  
de Botánica. Morelia, Michoacán. Méx. 13 pp.
- 2.- CRITCHFIELD, B.W. & E.L. Little. 1966. Geographie. Dis-  
tribución de Pinos en el Mundo. USA. Forest -  
Ser. Misch. Publ. 991. 97 pp.
- 3.- DIRECCION General del Inventario Nacional Forestal. - -  
1970. Inventario Forestal del Estado de Jalis-  
co. Inventario Nacional Forestal. Subsecretar-  
ía Forestal y de la Fauna. Publicación No. -  
13. México, D.F. 79 pp.
- 4.- DIRECCION Técnica Forestal. 1968. Nuevo Proyecto de Or-  
denación Forestal. Sección I. Unidad Indus-  
trial de Explotación Forestal de Atenquique.-  
Cd. Guzmán, Jal.
- 5.- DIRECCION Técnica Forestal. 1986. Revista Bosques 4 - -  
(2): 15-26. Subsecretaría Forestal y de la -  
Fauna. México, D.F.
- 6.- EGUILUZ, P.T. 1977. Los Pinos del Mundo. Depto. Ens. -  
Inv. Serv. Bosques. Vol. 1. Chapingo, Méx. -  
E.N.A. 74 pp.

- 7.- FONT-QUER, P. 1982. Diccionario Botánica. Edit. Labor.-  
Barcelona, España. 1244 pp.
- 8.- GUTIERREZ, P.A. 1977. Texto Guía Forestal. Subsecretaría Forestal Fauna Depto. de Div. 3ra. edición. México. 1-27.
- 9.- PACHECO, L.R. 1992. Importancia de los Pinos. Tesis Profesional.