

1 ejemplar
No 13

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE CIENCIAS

CARACTERISTICAS HISTOLOGICAS DE LA MADERA
DE CUATRO ESPECIES DEL BOSQUE CADUCIFOLIO
DE MEXICO.

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

BIOLOGO PRESENTA

TOMAS FERNANDO CARMONA VALDOVINOS

MEXICO, D. F.

8118

1979



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

CONTENIDO

	Pág.
TESTIMONIO DE AGRADECIMIENTO	7
1. INTRODUCCION	9
1.1. El bosque caducifolio en México	9
1.2. Relaciones fitogeográficas	10
1.3. Composición florística	12
1.4. Distribución	13
1.5. Clima	13
1.6. Suelo y topografía	14
1.7. Altitud	14
1.8. Tipos de bosque caducifolio	15
1.9. Situación actual del bosque caducifolio	17
2. ANTECEDENTES	19
2.1. Desarrollo de las investigaciones sobre maderas en México	19
3. OBJETIVOS	23
4. MATERIAL Y METODOS	25
4.1. Area de colecta	25
4.2. Selección del material	25
4.3. Colecta del material	27
4.4. Registro e identificación	28
4.5. Muestreo del material	29
4.6. Técnicas	30
4.7. Criterio de evaluación	31
4.7.1. Descripción macroscópica	31
4.7.2. Descripción microscópica	32
4.8. Evaluación estadística	34
5. RESULTADOS	39
5.1. Descripción de <i>Liquidambar macrophylla</i> O. de México	39
5.2. Descripción de <i>Juglans pyriformis</i> Liebhmann de México	41
5.3. Descripción de <i>Carpinus caroliniana</i> Walt. de México ..	43
5.4. Descripción de <i>Fraxinus uhdei</i> (Wenzling) Lingelsheim de México	46
5.5. Descripción de <i>Liquidambar styraciflua</i> L. de E.U.A. ..	48
5.6. Descripción de <i>Juglans nigra</i> L. de E.U.A.	49
5.7. Descripción de <i>Carpinus caroliniana</i> Walt. de E.U.A. ..	51

	Pág.
5.8. Descripción de <i>Fraxinus americana</i> L. de E.U.A.	52
6. DISCUSION	55
6.1. Evaluación comparativa de <i>Liquidambar macrophylla</i> O. y <i>Liquidambar styraciflua</i> L.	55
6.2. Evaluación comparativa de <i>Juglans pyriformis</i> Liebmann. y <i>Juglans nigra</i> L.	57
6.3. Evaluación comparativa de <i>Carpinus caroliniana</i> Walt de México y de E.U.A.	58
6.4. Evaluación comparativa de <i>Fraxinus uhdei</i> (Wenzing) Leingelsheim y <i>Fraxinus americana</i> L.	60
6.5. Análisis cuantitativo	61
6.6. Análisis de usos	66
6.7. Propiedades de la madera en relación a los principales usos para las cuatro especies	69
6.7.1. Características estéticas	70
6.7.2. Características celulares	70
6.7.3. Orientación celular	71
6.7.4. Materiales extracelulares	72
6.7.5. Estabilidad dimensional	72
6.7.6. Gravedad específica	72
6.7.7. Características de los fustes	73
6.8. Comentarios sobre los métodos de evaluación	76
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	79
7.1. Conclusiones	79
7.2. Recomendaciones	81
8. RESUMEN	85
9. LITERATURA CITADA	87
10. FIGURAS	92

1. INTRODUCCION

1.1. El bosque caducifolio en México.

Dentro del gran marco de diversidad de climas y suelos de México, que origina una gran diversidad de tipos de vegetación, se distinguen (Miranda y Hernández, 1963) treinta y dos biotipos dominantes que caracterizan la fisonomía de nuestro territorio, siendo uno de ellos el bosque caducifolio.

En este biotipo se incluyen comunidades con especies de altura promedio entre veinticinco y treinta metros, en donde las especies dominantes de los estratos superiores pierden sus hojas, total o parcialmente, durante la época fría invernal, esta pérdida de hojas varía según el rigor del invierno. Por lo general este bosque se desarrolla en zonas de climas templados o semifríos, semihúmedos o subhúmedos y donde hay una época seca y fría contrastante. Constituye el límite altitudinal superior de las zonas calidohúmedas de México y el límite altitudinal inferior de las zonas templadas, motivo por el cual estas comunidades pueden tener, en no pocas ocasiones, representantes de otros tipos de vegetación, sobre todo en los ecotonos.

Este tipo de vegetación está formado de pocos estratos, en donde muy a menudo (Gómez-Pompa, 1966) hay una sola especie dominante típica del estrato superior, asimismo hay una gran riqueza de formas de vida, predominando de una manera muy peculiar las epfitas, representadas por bromeliáceas y orquídeáceas; por otra parte hay helechos arborescentes que en ocasiones forman bosquecillos en cañadas de gran humedad (Gómez-Pompa), 1965) que dan características muy peculiares a estas comunidades.

de América, esto fue confirmado por especies comunes presentes en la parte septentrional de México y el sur de Texas (Mc. Vaugh, 1943).

El número de especies del oriente de México que tiene muy similar y (probablemente en algunos casos idéntico) duplicado en el oriente de los Estados Unidos de América es sorprendente. Así *Fagus mexicana* Martz. es taxonómicamente similar a *Fagus sylvatica* L. del sureste de los Estados Unidos de América; *Carya mexicana* Engelm., es similar a *Carya ovata* (Mill)K. Kock; *Magnolia dealbata* Zucc.; a *Magnolia macrophylla* Michx.; *Magnolia schiedeana* Schlecht., a *Magnolia grandifolia* L.; *Sambucus mexicana* Persl., a *Sambucus canadensis* L., etc. Otros géneros que tienen casos similares son *Fraxinus*, *Ilex*, *Juglans*, *Styrax*, etc.

Si se conocieran con detalle las distribuciones de las especies mexicanas (Miranda y Sharp, 1950), se encontraría que hacia el sur de la distribución del bosque caducifolio, el número de especies afines disminuye. Por otra parte, hay gran número de especies endémicas de estas regiones mexicanas, entre las que destacan *Clethra alcoceri* Greenm., *Deppea grandiflora* Schlecht., *Gimnanthes longipes* Muell. Arg., *Hoffmannia mexicana* (Linn. Kl. & o.) Hemsl., *Meliosma alba* (Schlecht) Walp., *Pinus patula* Schlecht & Cham., *Platanus lindeniana* Mart. & Gal. etc.

El mayor número de especies de la flora templada en el este de México son endémicas de México y Guatemala y están relacionadas a especies distribuidas en áreas tropicales. Sin embargo es digno de hacer notar que tres especies de encinos (*Quercus* spp) así como los géneros *Pinus*, *Liquidambar*, *Nyssa* y *Carpinus*, son dominantes tanto en Estados Unidos de América como en México, considerando tanto el tamaño de individuos como su masa de vegetación (Miranda y Sharp, 1950) y están relacionados a especies que hoy día tienen amplia distribución en las regiones boreales.

En México hay especies que determinan la apariencia, carácter y textura de la vegetación. Parece por otra parte que el mayor número de especies de *Quercus*, *Pinus*, *Alnus* y otros, están relacionados a otras especies de los mismos géneros que crecen en el noroeste de México y suroeste de los Estados Unidos de América.

Hay una muy interesante y característica fase de la flora de la vertiente este de la sierra madre oriental y de las áreas similares hacia el

En este tipo de comunidad, la variación en la composición florística se refiere principalmente a fluctuaciones en los números de los individuos de distintas especies que varían de localidad en localidad, pero que en conjunto forman una unidad florística y es posible que bajo un muestreo metódico surja una pauta para encontrar ciertas agrupaciones de especies de acuerdo a ciertos factores del medio físico.

1.4. Distribución.

El bosque caducifolio se distribuye un tanto intermitente a lo largo de la Sierra Madre Oriental, desde casi la mitad del estado de Tamaulipas hasta encontrarse con la Sierra de Naolinco, vuelve a aparecer en la Sierra de Juárez y en el macizo montañoso de los Tuxtlas en Veracruz; después se presenta en las montañas del norte de Chiapas hasta los límites con Guatemala (figura 1).

Del lado del Pacífico (Pennington y Sarukhan, 1968), se ha encontrado en la Sierra Madre del Sur, también en los estados de Nayarit, Jalisco, Colima y Michoacán, seguramente está presente también en Guerrero.

1.5 Clima.

Este tipo de vegetación se desarrolla en regiones templadas transicionales entre climas cálidos-húmedos y climas templados (Gómez-Pompa, 1965) y tienen un clima general muy semejante al de las selvas bajas perennifolias con moderadas temperaturas y alto contenido de humedad en la atmósfera (Miranda, 1952) que ocasiona la formación de constantes neblinas.

Las lloviznas y neblinas densas son frecuentes a lo largo del año y a menudo la neblina es soplada tierra dentro más allá de los bosques fríos, a áreas donde la lluvia es escasa y prevalece vegetación semi-desértica (Vogelman, 1973).

La precipitación de neblina de masas de aire marítimo caliente en zonas subtropicales puede ser considerable y es un factor ecológico importante en las pendientes de barlovento altas de la Sierra Madre Oriental, especialmente entre los 1300 y 2400 m. de elevación, área donde mejor se desarrolla este tipo de vegetación.

1 ejemplar
Nº 13

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE CIENCIAS

CARACTERISTICAS HISTOLOGICAS DE LA MADERA
DE CUATRO ESPECIES DEL BOSQUE CADUCIFOLIO
DE MEXICO.

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

BIOLOGO PRESENTA

TOMAS FERNANDO CARMONA VALDOVINOS

MEXICO, D. F.

8118

1979

CONTENIDO

	Pág.
TESTIMONIO DE AGRADECIMIENTO	7
1. INTRODUCCION	9
1.1. El bosque caducifolio en México	9
1.2. Relaciones fitogeográficas	10
1.3. Composición florística	12
1.4. Distribución	13
1.5. Clima	13
1.6. Suelo y topografía	14
1.7. Altitud	14
1.8. Tipos de bosque caducifolio	15
1.9. Situación actual del bosque caducifolio	17
2. ANTECEDENTES	19
2.1. Desarrollo de las investigaciones sobre maderas en México	19
3. OBJETIVOS	23
4. MATERIAL Y METODOS	25
4.1. Area de colecta	25
4.2. Selección del material	25
4.3. Colecta del material	27
4.4. Registro e identificación	28
4.5. Muestreo del material	29
4.6. Técnicas	30
4.7. Criterio de evaluación	31
4.7.1. Descripción macroscópica	31
4.7.2. Descripción microscópica	32
4.8. Evaluación estadística	34
5. RESULTADOS	39
5.1. Descripción de <i>Liquidambar macrophylla</i> O. de México	39
5.2. Descripción de <i>Juglans pyriformis</i> Liebmann de México	41
5.3. Descripción de <i>Carpinus caroliniana</i> Walt. de México ..	43
5.4. Descripción de <i>Fraxinus uhdei</i> (Wenzig) Lingelsheim de México	46
5.5. Descripción de <i>Liquidambar styraciflua</i> L. de E.U.A. ..	48
5.6. Descripción de <i>Juglans nigra</i> L. de E.U.A.	49
5.7. Descripción de <i>Carpinus caroliniana</i> Walt. de E.U.A. ..	51

	Pág.
5.8. Descripción de <i>Fraxinus americana</i> L. de E.U.A.	52
6. DISCUSION	55
6.1. Evaluación comparativa de <i>Liquidambar macrophylla</i> O. y <i>Liquidambar styraciflua</i> L.	55
6.2. Evaluación comparativa de <i>Juglans pyriformis</i> Liebm. y <i>Juglans nigra</i> L.	57
6.3. Evaluación comparativa de <i>Carpinus caroliniana</i> Walt de México y de E.U.A.	58
6.4. Evaluación comparativa de <i>Fraxinus uhdei</i> (Wenzig) Leingelsheim y <i>Fraxinus americana</i> L.	60
6.5. Análisis cuantitativo	61
6.6. Análisis de usos	66
6.7. Propiedades de la madera en relación a los principales usos para las cuatro especies	69
6.7.1. Características estéticas	70
6.7.2. Características celulares	70
6.7.3. Orientación celular	71
6.7.4. Materiales extracelulares	72
6.7.5. Estabilidad dimensional	72
6.7.6. Gravedad específica	72
6.7.7. Características de los fustes	73
6.8. Comentarios sobre los métodos de evaluación	76
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	79
7.1. Conclusiones	79
7.2. Recomendaciones	81
8. RESUMEN	85
9. LITERATURA CITADA	87
10. FIGURAS	92

1. INTRODUCCION

1.1. El bosque caducifolio en México.

Dentro del gran marco de diversidad de climas y suelos de México, que origina una gran diversidad de tipos de vegetación, se distinguen (Miranda y Hernández, 1963) treinta y dos biotipos dominantes que caracterizan la fisonomía de nuestro territorio, siendo uno de ellos el bosque caducifolio.

En este biotipo se incluyen comunidades con especies de altura promedio entre veinticinco y treinta metros, en donde las especies dominantes de los estratos superiores pierden sus hojas, total o parcialmente, durante la época fría invernal, esta pérdida de hojas varía según el rigor del invierno. Por lo general este bosque se desarrolla en zonas de climas templados o semifríos, semihúmedos o subhúmedos y donde hay una época seca y fría contrastante. Constituye el límite altitudinal superior de las zonas calidohúmedas de México y el límite altitudinal inferior de las zonas templadas, motivo por el cual estas comunidades pueden tener, en no pocas ocasiones, representantes de otros tipos de vegetación, sobre todo en los ecotonos.

Este tipo de vegetación está formado de pocos estratos, en donde muy a menudo (Gómez-Pompa, 1966) hay una sola especie dominante típica del estrato superior, asimismo hay una gran riqueza de formas de vida, predominando de una manera muy peculiar las epífitas, representadas por bromeliáceas y orquideáceas; por otra parte hay helechos arborescentes que en ocasiones forman bosquesillos en cañadas de gran humedad (Gómez-Pompa), 1965) que dan características muy peculiares a estas comunidades.

Las lianas y los bejucos rara vez está representados, y la densidad del estrato arboreo dominante puede ser baja (Gómez-Pompa, 1966) o bien muy densos (Pennington y Sarukhan, 1968). Asimismo, los árboles del estrato superior normalmente no presentan contrafuertes y pueden alcanzar diámetros considerables.

Los árboles por lo general tienen fustes rectos y limpios y con una copa alargada o piramidal, con frecuencia sus elementos pueden presentar variación en el color del follaje a lo largo del año.

1.2. Relaciones fitogeográficas.

Predominando ciertas especies de encinos (*Quercus* spp.) y pinos (*Pinus* spp.), se encuentran también en el bosque caducifolio géneros como *Alchornea*, *Alnus*, *Ardisia*, *Beilschmiedia*, *Carpinus*, *Cornus*, *Drymis*, *Engelhardtia*, *Fagus*, *Fraxinus*, *Gilbertia*, *Ilex*, *Liquidambar*, *Juglans*, *Magnolia*, *Meliosma*, *Nyssa*, *Oreopanax*, *Ostrya*, *Podocarpus*, *Styrax*, etc. Sin embargo (Miranda y Sharp, 1950), no todos los géneros se encuentran en todas las regiones de distribución del bosque caducifolio ya que algunas tienen distribución bastante restringida. Por otra parte, en algunas regiones se presentan una gran variedad de géneros con diferentes afinidades geográficas.

Los elementos geográficos más conspicuos que se han visto son los relacionados a plantas entre el noroeste de México y el suroeste de Estados Unidos de América, estos elementos incluyen a los géneros *Pinus*, *Quercus*, *Alnus*, *Arbutus* y *Platanus*, entre los más sobresalientes.

Un grupo de géneros que se ha visto con afinidad meridional incluye: *Ardisia*, *Beilschmiedia*, *Brunellia*, *Drymis*, *Ocotea*, *Phoebe*, *Podocarpus*, *Rapanea*, *Turpinia* y otros. Otro grupo que se distingue en este tipo de vegetación corresponde a los géneros como *Alchornea* y *Drypetes* que son comunes a México y las indias occidentales, en donde también *Beilschmiedia mexicana* (Mez) Kosterm., *Prunus Samydoides* Schlecht y *Turpinia pinnata* (Schlecht) Hemsl., están emparentadas con *Beilschmiedia pendula* Hemsl., *Prunus myrtifolia* Urb., y *Turpinia occidentalis* G. Donn.

Asimismo se ha reconocido (Fernald, 1931) una relación florística entre las tierras altas de México y las del oriente de los Estados Unidos

de América, esto fue confirmado por especies comunes presentes en la parte septentrional de México y el sur de Texas (Mc. Vaugh, 1943).

El número de especies del oriente de México que tiene muy similar y (probablemente en algunos casos idéntico) duplicado en el oriente de los Estados Unidos de América es sorprendente. Así *Fagus mexicana* Martz. es taxonómicamente similar a *Fagus sylvatica* L. del sureste de los Estados Unidos de América; *Carya mexicana* Engelm., es similar a *Carya ovata* (Mill)K. Kock; *Magnolia dealbata* Zucc., a *Magnolia macrophylla* Michx.; *Magnolia schiedeana* Schlecht., a *Magnolia grandifolia* L.; *Sambucus mexicana* Persl., a *Sambucus canadensis* L., etc. Otros géneros que tienen casos similares son *Fraxinus*, *Ilex*, *Juglans*, *Styrax*, etc.

Si se conocieran con detalle las distribuciones de las especies mexicanas (Miranda y Sharp, 1950), se encontraría que hacia el sur de la distribución del bosque caducifolio, el número de especies afines disminuye. Por otra parte, hay gran número de especies endémicas de estas regiones mexicanas, entre las que destacan *Glehnia alcockeri* Greenm., *Deppea grandiflora* Schlecht., *Gimnanthes longipes* Muell. Arg., *Hoffmannia mexicana* (Linn. Kl. & o.) Hemsl., *Meliosma alba* (Schlecht) Walp., *Pinus patula* Schlecht & Cham., *Platanus lindeniana* Mart. & Gal. etc.

El mayor número de especies de la flora templada en el este de México son endémicas de México y Guatemala y están relacionadas a especies distribuidas en áreas tropicales. Sin embargo es digno de hacer notar que tres especies de encinos (*Quercus* spp) así como los géneros *Pinus*, *Liquidambar*, *Nyssa* y *Carpinus*, son dominantes tanto en Estados Unidos de América como en México, considerando tanto el tamaño de individuos como su masa de vegetación (Miranda y Sharp, 1950) y están relacionados a especies que hoy día tienen amplia distribución en las regiones boreales.

En México hay especies que determinan la apariencia, carácter y textura de la vegetación. Parece por otra parte que el mayor número de especies de *Quercus*, *Pinus*, *Alnus* y otros, están relacionados a otras especies de los mismos géneros que crecen en el noroeste de México y suroeste de los Estados Unidos de América.

Hay una muy interesante y característica fase de la flora de la vertiente este de la sierra madre oriental y de las áreas similares hacia el

sureste, compuesto en su mayoría de especies comunes también al sureste de los Estados Unidos de América.

Aunque la mayoría de las especies exhibe un carácter deciduo templado, bajo el dosel del bosque caducifolio donde las condiciones de humedad y temperatura son más favorables. Algunos árboles no pierden completamente las hojas en el invierno, probablemente como resultado de las temperaturas no muy bajas y de un fotoperíodo diferente al que existe en Estados Unidos de América, además hay un buen número de árboles frondosos perennifolios que son componentes importantes de este bosque.

1.3. Composición florística.

Florísticamente el estrato superior del bosque caducifolio está constituido por elementos de origen boreal, a diferencia de los estratos inferiores que presentan casi exclusivamente elementos de origen tropical (Pennington y Sarukhan, 1968). Estos elementos del estrato superior pueden estar reducidos en diversidad a sólo unas cuantas especies o encontrarse en comunidades sumamente complejas, como sucede en los ecotonos con selvas altas y medianas y donde es difícil caracterizar las comunidades como bosque caducifolio, ya que hay gran cantidad de especies arbóreas dominantes.

En otras regiones, el bosque caducifolio se desarrolla como agrupación secundaria (Miranda y Hernández, 1963) y a menudo se asocia formando bosques mixtos ya sea con encinos o con elementos de la selva mediana o baja como *Engelhardtia* sp., *Meliosma* sp., *Oreopanax* sp., *Podocarpus* sp., etc.

Como se ve, la composición de este bosque es compleja y no se han encontrado patrones de distribución que sigan a ciertas variaciones de los factores ambientales, tal como se han encontrado en zonas cálidas de menos altitud (Gómez-Pompa, 1966). Esto en parte es debido a la relativa homogeneidad del factor edáfico en relación con la roca madre. El factor que quizá sea más importante en la variación de la distribución de las especies en la Sierra Madre Oriental es la topografía, también puede ser la variación altitudinal de la temperatura, aunque ésta es gradual, sin embargo no hay datos para afirmarlo o negarlo.

En este tipo de comunidad, la variación en la composición florística se refiere principalmente a fluctuaciones en los números de los individuos de distintas especies que varían de localidad en localidad, pero que en conjunto forman una unidad florística y es posible que bajo un muestreo metódico surja una pauta para encontrar ciertas agrupaciones de especies de acuerdo a ciertos factores del medio físico.

1.4. Distribución.

El bosque caducifolio se distribuye un tanto intermitente a lo largo de la Sierra Madre Oriental, desde casi la mitad del estado de Tamaulipas hasta encontrarse con la Sierra de Naolinco, vuelve a aparecer en la Sierra de Juárez y en el macizo montañoso de los Tuxtlas en Veracruz; después se presenta en las montañas del norte de Chiapas hasta los límites con Guatemala (figura 1).

Del lado del Pacífico (Pennington y Sarukhan, 1968), se ha encontrado en la Sierra Madre del Sur, también en los estados de Nayarit, Jalisco, Colima y Michoacán, seguramente está presente también en Guerrero.

1.5 Clima.

Este tipo de vegetación se desarrolla en regiones templadas transicionales entre climas cálidos húmedos y climas templados (Gómez-Pompa, 1965) y tienen un clima general muy semejante al de las selvas bajas perennifolias con moderadas temperaturas y alto contenido de humedad en la atmósfera (Miranda, 1952) que ocasiona la formación de constantes neblinas.

Las lloviznas y neblinas densas son frecuentes a lo largo del año y a menudo la neblina es soplada tierra dentro más allá de los bosques fríos, a áreas donde la lluvia es escasa y prevalece vegetación semi-desértica (Vogelman, 1973).

La precipitación de neblina de masas de aire marítimo caliente en zonas subtropicales puede ser considerable y es un factor ecológico importante en las pendientes de barlovento altas de la Sierra Madre Oriental, especialmente entre los 1300 y 2400 m. de elevación, área donde mejor se desarrolla este tipo de vegetación.

La precipitación en este bosque deciduo es siempre elevada, generalmente por arriba de los 1200 mm (Miranda, 1952) y debido a las frecuentes neblías que prevalecen en esta zona (Gómez-Pompa, 1965, 1966; Pennington y Sarukhan, 1968), puede haber precipitaciones hasta de 2300 mm.

Las lluvias son usualmente producidas por vientos dominantes septentrionales que soplan en esta área descargando su humedad en las pendientes de barlovento (figuras 2, 3 y 4). En estos bosques, ocasionalmente puede ocurrir heladas.

Asimismo, hay la presencia de alternancia entre las estaciones húmedas y secas, aunque no siempre son marcadas en el periodo seco. Las lloviznas y neblinas mantienen la humedad por arriba del punto crítico para un gran número de especies, que de otra manera, estarían ausentes en la región.

Por otra parte, los meses secos (de noviembre a abril) generalmente coinciden con los meses más fríos. El clima en estas áreas es en general muy concordante con el tipo designado como Cfbg (figura 5) en la clasificación de Köppen modificado (García, 1964).

1.6. Suelo y Topografía.

Este tipo de bosque se desarrolla mejor en suelos que pueden provenir tanto de rocas calcáreas, como de materiales ígneos o metamórficos (Miranda y Hernández, 1963; Chiang, 1970), aunque hay preponderancia por una roca basal de origen volcánico. Son suelos de coloración variable entre amarillo y rojo, y a pesar de desarrollarse en zonas con bastante pendiente, son suelos profundos, con abundante materia orgánica y buen drenaje tanto superficial como profundo (Miranda, 1952), que a menudo están cruzados por arroyos de escaso caudal en épocas normales. Su pH es ácido (Gómez-Pompa, 1966).

La topografía sobre la que se desarrolla esta vegetación es bastante accidentada o, por lo menos, de ligera pendiente (Pennington y Sarukhan, 1968) y con frecuencia hay presencia de grandes y pequeñas cañadas y barrancas.

1.7. Altitud.

El bosque caducifolio se encuentra en las regiones montañosas y

en los declives del Golfo sobre la Sierra Madre Oriental, entre los 900 y los 2200 m., pero su mayor auge y su más típica representación está entre los 1100 y 1500 m. (Miranda y Hernández, 1963; Gómez-Pompa, 1966; Pennington y Sarukhan, 1968). En la Sierra Madre Occidental y la Sierra Madre del Sur se encuentra entre los 700 y los 2000 m.

1.8. Tipos de bosque caducifolio.

Este tipo de comunidad, está formada por un gran complejo de asociaciones vegetales en donde hay géneros como *Alnus*, *Carpinus*, *Ulmus*, *Cornus*, *Liquidambar*, *Nyssa*, *Ostrya* y *Platanus* que no son totalmente caducifolios como acontece con estos géneros en regiones más al norte. Otros géneros como *Quercus*, *Befaria*, *Beilschmiedia*, *Brunellia*, *Clethra*, *Meliosma*, *Persea*, *Phoebe*, *Rapanea*, *Turpinia*, etc., son típicamente perennifolios (Miranda y Sharp, 1950). Con estos y otros géneros más se distinguen varios tipos dentro de este bosque, entre los que destacan:

- a) Bosque de encino mezclado. Es el tipo de bosque caducifolio más difundido y en el que predominan varias especies de *Quercus* spp., asociadas a géneros como *Carpinus*, *Carya*, *Clethra*, *Liquidambar*, *Meliosma*, *Nyssa*, *Ostrya*, *Tilia*, etc., se encuentra en regiones escarpadas entre los 920 y los 1900 m. de altitud y en pendientes con suelos profundos. Se le encuentra cerca de Honey, Puebla, al sur de Yolox en Oaxaca y en la Sierra de Juárez, también se le encuentra entre Acaxochitlán y Huauchinango en Puebla, y las especies más representadas son: *Quercus sororia* Liebm., *Quercus furfuracea* Liebm., *Quercus excelsa* Liebm., *Clethra quercifolia* Lindl., *Liquidambar macrophylla* O., *Meliosma alba* (Schlecht) Walp., *Carpinus caroliniana* Walt., *Quercus calophylla* Cham. & Schlecht., *Nyssa sylvatica* Marsh., *Carya mexicana* Engelm., *Ostrya virginiana* (Mill) Koch., *Cornus disciflora* D. C., *Cornus excelsa* H.B.K., *Alnus arguta* (Schlecht) Spach., *Quercus xalapensis* H.B.K., *Quercus galeotti* Mart., *Quercus affinis* F., *Quercus communtata* Trel., *Quercus trinitatis* Trel., etc.
- b) Bosque puro de encinos. Esta comunidad está formada por una o pocas especies de encinos (*Quercus* spp.) y ocupa áreas secas entre Pahuatlán y Huauchinango en Puebla, a los 1,200 m., donde

- abundan especies como *Quercus martensiana* Trel., *Quercus oleoides* Schlecht & Cham., como ocurre cerca de Poza Rica, Veracruz a los 200 m. de altitud y donde se mezcla con especies calidohúmedas como *Tabebuia pentaphylla* (L.) Hemsl., *Ficus tecolotum* (Liebm) Miq., y *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb.
- c) Bosque de liquidambar. Se desarrolla en altitudes entre los 1,100 y 1,500 m., en Villa Juárez y Huautchinango en Puebla, también se halla en Huatusco y Coscomatepec en Veracruz y está formado por *Liquidambar macrophylla* O., *Sambucus mexicana* (Mez) Kostern., *Prunus sanydoides* Schlecht., *Turpinia insignis* (H.B.K.) Tulne., *Viburnum acutifolium* Benth., *Ulmus mexicana* Planch., *Alchornea latifolia* Swartz. y *Phoebe helicterifolia* (Meissn) Mez.
- d) Bosque de pinos. También se ha señalado (Miranda y Sharp, 1950) a la asociación de pinos (*Pinus* spp) con especies típicas de bosque caducifolio como una variante de éste. Cubre grandes áreas y está caracterizado por *Pinus patula* Schlecht & Cham., *Pinus pseudostrobus* Lindl., *Pinus strobus* var. *chiapensis* L. Martz., *Quercus reticulata* H. & B., etc., y se encuentra en regiones como Tlapacoyan en Veracruz, Necaxa y Tenango en Puebla, entre los 500 y 1,300 m.
- e) Bosque de hayas. Consistente en *Platanus lindeniana* Mart. & Gal., *Ulmus mexicana* Planch., *Carpinus caroliniana* Walt., *Nyssa sylvatica* Marsh., y *Meliosma alba* (Schlecht) Walp., en áreas a 500 m. de altitud en Villa Juárez, Puebla; Tlapacoyan, Coscomatepec y Huatusco en Veracruz.
- f) Bosque de *Fagus* sp. Este tipo de vegetación está restringido a áreas pequeñas, en Zacatlamaya, Tutotepec y Zacualtipan en Hidalgo, entre los 1,800 y 2,000 m., y cuenta con las siguientes especies: *Fagus mexicana* Martz., *Magnolia schiedeana* Schlecht., *Eugenia capuli* (Schlecht & Cham.) Berg., *Turpinia pinnata* (Schlecht) Hemsl., *Sambucus mexicana* Presl., *Quercus trinitatis* Trel., *Clethra quercifolia* Lindl., *Clethra alcoceri* Greenm., etc.
- g) Bosque de áreas protegidas. Se encuentra en áreas de transición, barrancas, cañadas y desfiladeros protegidos generalmente de vientos, se encuentra a altitudes entre los 1,200 y 1,500 m. y se caracteriza por presentar elementos tropicales como *Phoebe chinante-*

corum Schult., *Beilschmiedia mexicana* (Mez) Kostern., *Persea americana*, Mill var. *angustifolia* Mir., *Turpinia pinnata* (Schlecht) Hemsl., y se encuentra en áreas como entre Huauchinango y Xilocuautila en Puebla.

- h) Bosque de *Weinmannia* sp. Formado en muchos casos por masas puras de *Weinmannia pinnata* L., en comunidades sobre los 1,800 m. en Valle Nacional y Cuasimulco en Oaxaca, en Zacapoaxtla, Puebla y Totultepec en Hidalgo, otras especies presentes son *Turpinia pinnata* (Schlecht) Hemsl., *Prunus amygdoides* Schlecht., *Rhamnus capraefolia* Schlecht., *Oreopanax xalapensis* (H.B.K.) Dcne & Planch. y *Carpinus caroliniana* Walt.
- i) Bosque de *Engelhardtia* sp. Se encuentra cerca de Orizaba en Veracruz a altitudes de 1,300 m. y aparte de *Engelhardtia mexicana* Standl., están asociadas especies como *Ostrya virginiana* (Mill) Koch., *Cornus florida* L., *Clethra quercifolia* Lindl., etc.

1.9. Situación actual del bosque caducifolio.

Las áreas que cubren estos bosques parecen ser áreas preferidas por el hombre para la agricultura de temporal, ya que además de haber humedad y lluvias, hay suelos con gran cantidad de materia orgánica. Sin embargo, hay que hacer notar que pocas son las áreas con inclinación propicia para cultivos anuales, ya que por ser escarpado el terreno, la materia orgánica es rápidamente arrastrada.

Los cultivos principales de estas áreas son maíz, frijol, trigo, haba, cebada, soya, avena, papa, tabaco, etc. Sin embargo hay una marcada preferencia hacia el cultivo de cafetos (Chag, 1970), ya que aquí es donde mejor se desarrollan, y es quizá la principal causa de disturbios del bosque caducifolio.

También se observa una fuerte introducción de cítricos y frutales como naranjo, limonero, manzano, durazno, ciruelo, pera, chabacano, etc. (Miranda, 1952). Las cortas y talas clandestinas de madera son frecuentes, por lo que abundan los claros que son ocupados como potreros y pastizales. Con esto se elimina la opción de regeneración natural, ya que los animales acaban con los retoños y plántulas, y además compactan el suelo, aunque estos pastizales son bastante buenos para la cría de ganado de leche.

Se ha observado que algunas de las especies que forman estas comunidades, actúan como plantas secundarias ya que son buenas colonizadoras de áreas taladas, además muestran gran plasticidad a las condiciones drásticas medioambientales por lo que quizá este tipo de vegetación sea sucesión secundaria de una vegetación cuyo primer disturbio ocurrió en épocas de la preconquista.

2. ANTECEDENTES

2.1. Desarrollo de las investigaciones sobre maderas en México.

A pesar de que los estudios de xilología y xilotecnología empezaron a principios de siglo, no fue sino hasta abril de 1926 en que se vislumbró la necesidad de organizar y estructurar el manejo de los bosques y recursos forestales, con la expedición de la primera ley forestal, cuya finalidad era regir, conservar y mejorar los recursos forestales nacionales. Años más tarde (1932), se creó el Instituto Mexicano de Investigaciones Forestales, encaminado a la investigación forestal, y en 1942 se faculta a la Secretaría de Agricultura y Ganadería para estructurar la forma en que se regirán los recursos forestales.

No fue, sino hasta mediados de siglo con un estudio bastante somero de las propiedades mecánicas de dos especies tropicales (García, 1944) publicado por la Escuela Nacional de Agricultura (hoy Universidad Autónoma de Chapingo), que se empezaron las investigaciones sobre caracterización de las especies que vegetan en México, toda vez que en 1952 se creaba el Instituto de Investigaciones Forestales; posteriormente se realizó un estudio bastante general (Mancera, 1956) de diecisiete coníferas, con el que se iniciaba el campo de anatomía de maderas en México, que a pesar de que las muestras tomadas correspondían a ramas, marcó la pauta en este campo de investigación.

Años más tarde, el Instituto Mexicano de Investigaciones Tecnológicas con dos estudios (Ortega, 1958; Gómez, 1959) sobre cuarenta y nueve especies chiapanecas, empezó el estudio de la madera de especies forestales tropicales cuya finalidad era la realización de estudios con fines aplicables a la industria de la pulpa de papel, por tanto se hace énfasis en la longitud de las fibras de las especies estudiadas

y donde se mencionan los usos que en aquella época tenían asignados cada especie.

En 1960, la ley forestal crea y faculta al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, como el organismo que se ocupe de la investigación tecnológica de los recursos forestales, mismo año en que se hace una recopilación bibliográfica (Díaz, 1960) de los principales métodos de ensayo para la determinación de las propiedades físicas y mecánicas que se emplean en Europa y Estados Unidos de América.

La necesidad de evaluar los usos empíricos que en algunos casos no son los más adecuados, abrió y fomentó áreas de xilotecnología en México, en un estudio de las propiedades fisicomecánicas y posibles aplicaciones que en base a estos ensayos pueden tener dos coníferas (Ortega, 1962). Asimismo se continuó (Huerta, 1963, reeditado en 1976) con la caracterización anatómica básica de doce especies de coníferas templadas. Otras áreas que se iniciaron fueron las de análisis químico (Acosta, 1964) con un estudio sobre veintitrés especies y de durabilidad natural (Flamand, 1965) que aunque con grandes deficiencias han sido buena base como iniciadores de nuevas áreas de investigación en México y donde además relacionan estas investigaciones con las características anatómicas y físico-mecánicas.

Varios estudios, con diferentes enfoques han sido publicados, desde hacer sugerencias de posibles aplicaciones de la madera de cuatro especies tropicales basándose en sus características físicas y mecánicas (Novelo, 1964), hasta contribuciones al conocimiento de la madera de tres especies (Flores, 1968), en donde se señala la importancia de incrementar estos estudios. Otro enfoque fue el de aplicación con fines de construcción (Chargoy y Enríquez, 1967) a especies basándose en sus propiedades fisicomecánicas.

Posteriormente, se publicaron estudios anatómicos en los que se resalta la importancia de hacer estudios comparativos a nivel de familia (Guridi, 1968), así como la necesidad de hacer muestreos representativos y elucidar la variabilidad que existe en cada especie (Sánchez, 1968), aplicando estos conocimientos para encontrar especies susceptibles de utilización en la elaboración de pulpa para papel y madera aserrada (Ruiz, 1968).

En cuanto a estudios de biodeterioro (García, 1948; Gómez, Echénique-Manrique y Salinas, 1969) en especies mexicanas, se dieron a

conocer índices de resistencia a pudriciones en estudios de laboratorio. Más recientemente, se publicaron algunas características tecnológicas de especies forestales (Echenique-Manrique y Díaz, 1969) y anatómicos en donde se hacen referencia a algunos usos de cada especie (Negrete, 1970) y se aplica la información en la elaboración de claves de identificación (Torres, 1970); siguieron varios estudios entre los que resalta el de descripción en base a datos recopilados sobre veinticinco especies colectadas en el extranjero y cuya distribución se extiende a México (Echenique-Manrique, 1970) y donde se aclara que pueden ser un buen índice sobre la tecnología y características de dichas especies ya que se incluyen datos de trabajabilidad, secado, durabilidad, etc.

Toda vez que por estas fechas se inician investigaciones de este tipo en la Universidad Nacional Autónoma de México (Instituto de Biología e Instituto de Ingeniería); en lo referente a aspectos anatómicos es mayor la cantidad de información publicada y sugerida para varias industrias (Cárdenas, 1971; De la Paz, 1974; Quiñones, 1974), se efectuaron diversos ensayos de laboratorio (Pinzón, 1972; Echenique-Manrique, Barajas, Pinzón y Pérez, 1975; Pinzón y Echenique-Manrique, 1976), como aplicadas a casos concretos como la fabricación de zapatas para el metro basándose en características fisicomecánicas y de impregnación (Herrera, Barreto y Herrera, 1976).

Se han efectuado estudios en donde mediante la evaluación del comportamiento físico y mecánico se sugieren modificaciones a las especificaciones que requieren los postes para líneas de transmisión (Sánchez y Dávalos, 1976); con relación a hongos que deterioran la madera han sido varios los trabajos publicados (Obregón y Echenique-Manrique, 1974; Pinzón y Echenique-Manrique, 1974; Pérez, Heras y Echenique-Manrique, 1977; Pérez, Pinzón y Echenique-Manrique, 1977).

De anatomía en relación al secado (Huerta, 1976), de caracterización de especies tropicales (Huerta y Becerra, 1976; Barajas y Echenique-Manrique, 1976) y de especies templadas (De la Paz, 1976), en este mismo año empezó a funcionar el Laboratorio de Ciencia y Tecnología de la Madera en el Instituto de Investigaciones sobre Recursos Bióticos.

Más recientemente se realizaron los estudios de dos especies tropi-

cales de importancia económica (Gómez, 1977) y una templada (Rebollar, 1977), y los estudios comparativos de anatomía de sapotáceas (Guridi, 1978) y diferencias entre encinos blancos y rojos (De la Paz y Aguilar, 1978); las últimas publicaciones se refieren a la caracterización tecnológica y posible uso en la construcción de siete especies tropicales (Bárceñas, Castañeda y Romero, 1978) y de pruebas de biodeterioro de dos encinos (De la Paz y Salinas, 1977).

Si consideramos que hay por lo menos 1,500 especies forestales susceptibles de explotación maderable, las publicaciones antes mencionadas, en conjunto, aportan datos de no más de doscientos cuatro especies, siendo para la gran mayoría, muy pobre el conocimiento que se tiene de ellas. Por tanto, caemos en la cuenta de que el camino por recorrer es bastante largo, a tal grado de que hoy en día no podemos dar el nombre de una sola especie de la que tengamos un buen conocimiento no sólo xilotecnológico, sino también de distribución ecológica, silvicultura, etc., lo que nos da una idea de la situación en que nos encontramos, la relación parcial hasta la fecha es muy pobre (figura 6), por otra parte mucha de la información de gran valor existente, debe de estar archivada y no publicada, además de correr el riesgo de perderse, ésta no es explotada y utilizada.

de los árboles de la zona, en el supuesto de que se pudiera establecer una relación entre la estructura y el tipo de madera de los árboles de la zona y el tipo de madera de los árboles de la zona, en el supuesto de que se pudiera establecer una relación entre la estructura y el tipo de madera de los árboles de la zona y el tipo de madera de los árboles de la zona.

3. OBJETIVOS

La intención de este trabajo es presentar algunos de los aspectos particulares de cuatro especies forestales: *Liquidambar macrophylla* O., *Juglans pyriformis* Liebmann, *Carpinus caroliniana* Walt. y *Fraxinus uhdei* (Wenzig) Lingelsheim; de una comunidad natural de México como lo es el bosque caducifolio.

El objetivo del trabajo consistió en realizar un estudio anatómico e histológico de su madera y comparar las características de ésta con las de cuatro especies de los Estados Unidos de América: *Liquidambar styraciflua* L., *Juglans nigra* L., *Carpinus caroliniana* Walt. y *Fraxinus americana* L., de los cuales México importa tres, para considerar su posible substitución con las especies que vegetan en México.

Asimismo, pretendemos proponer —al menos para las especies estudiadas y con una factible extrapolación— que caracteres histológicos y anatómicos pueden ser considerados, como evento a información básica mínima necesaria como elementos de juicio en que se cimenten tanto las evaluaciones descriptivas como, principalmente, las substituciones de especies y la determinación de sus cualidades para los usos principales de cada especie.

Intentamos también determinar la variabilidad existente para cuatro de los principales caracteres mesurables de la estructura de la madera de las especies estudiadas, según su localidad, diferencia entre árboles, altura, posición con respecto a la médula, así como determinar cuál puede ser el patrón óptimo para estudios de anatomía cualitativa, es decir, cuántas muestras, qué población y cómo es conveniente distribuir las muestras para una misma especie de tal manera que sea factible obtener una descripción confiable de la madera de dicha especie.

4. MATERIAL Y METODOS

4.1. Area de colecta.

El área de estudio y colecta escogida corresponde al tipo de vegetación bosque caducifolio (Miranda y Hernández, 1963); el área se limitó a la distribución de este bosque en el estado de Veracruz, que compagina a las áreas más cercanas a los centros de trabajo en donde se procesó el material (figura 7) y corresponden dentro de este tipo de vegetación a las variantes de encinar mezclado, de quidambar, de hayas, de transición y de áreas protegidas (Miranda y Sharp, 1950).

El área de estudio la constituye una porción irregular y de forma intermitente en manchones de tamaño variable dentro de la ladera oriental de la Sierra Madre Oriental que forman un romboide delimitado entre las aristas comprendidas entre los siguientes puntos:

Al noroeste, por Teziutlán, Puebla ($95^{\circ}15'$ meridiado de longitud oeste y paralelo $19^{\circ}45'$ de latitud norte), al noroeste por Plan de las Hayas, Veracruz (meridiano $96^{\circ}40'$ de longitud oeste y paralelo $19^{\circ}50'$ de latitud norte), al suroeste por Orizaba, Veracruz (meridiano $97^{\circ}7'$ de longitud oeste y paralelo $18^{\circ}50'$ de latitud norte) y al sureste por Córdoba, Veracruz (meridiano $96^{\circ}50'$ de longitud oeste y por el paralelo $18^{\circ}55'$ de latitud norte) con una superficie aproximada de 5,000 kilómetros cuadrados.

4.2. Selección de material.

Para este estudio se escogieron *Liquidambar macrophylla* O. (ocozote), *Juglans pyriformis* Liebmann (nogal), *Carpinus caroliniana* Walt. (pipinque) y *Fraxinus uhdei* (Wenzling) Lingelheim. (fresno),

que por diferentes razones pueden ser consideradas como especies importantes, estas características básicas son:

Liquidambar macrophylla O., especie más o menos abundante, casi siempre dominante aunque puede encontrarse en algunas áreas en los estratos inferiores y en no pocas ocasiones como especie de sucesión secundaria, de madera apreciada y de donde potencialmente se puede obtener madera que compita en el mercado con la de *Liquidambar styraciflua* L. (sweetgum) que actualmente importamos de los Estados Unidos de América.

Juglans pyriformis Liebmann, especie que forma el complejo comercial conocido como nogal (las otras especies son *Juglans hirsuta* Manning., *Juglans mollis* Engelm., *Juglans major* (Torr) Heller., *Juglans microcarpa* Berlandier B. Ch., y *Juglans olanchana* Williams & Standley, de madera bastante apreciada así como sus frutos, se encuentra en manchones casi puros y en algunas áreas como sombra de potreros, a la madera de esta especie se le ha dado poco uso comercial, pero potencialmente puede substituir a maderas del género que actualmente se importan. Asimismo este complejo ha sido considerado como madera preciosa por decreto de la federación a partir del 22 de marzo de 1976, fecha en que se publicó en el Diario Oficial el oficio No. 104-3-945 de la Subsecretaría Forestal y de la Fauna. (Legislación Forestal, 1977).

Carpinus caroliniana Walt., especie restringida a vegas de ríos o cañadas húmedas, casi siempre se le encuentra asociada y como especie de estratos no dominantes, su madera es de buena calidad, de fácil trabajabilidad y en la actualidad su uso es restringido a leña y postes para cercas, por lo que se consideró importante incluirla en el estudio ya que potencialmente puede tener otros usos.

Fraxinus uhdei (Wenzig) Lingelsheim., especie muy escasa en condiciones naturales, debido a que se le ha talado bastante sobre todo porque los suelos en que se desarrolla son de buena calidad y de poca pendiente y donde el establecimiento de cultivos de temporal, cultivos frutales, cafetales, etc., son frecuentes. En algunas áreas se le encuentra cultivada para ornato o sombra de cafetales, se le ha empleado con buen resultado en la forestación de ciudades, su madera al igual que la del nogal es considerada como preciosa (Legislación Forestal,

1977) y también puede llegar a substituir a la madera de *Fraxinus americana* L., que se importa para varias industrias.

De cada una de las especies se colectó el siguiente número de árboles:

De *Liquidambar macrophylla* O., cuatro árboles, de *Juglans pyri-bolus* y de *Fraxinus uhdei* (Wenzing) Lingelsheim dos árboles. (*Fiformis* Liebmann tres árboles, de *Carpinus caroliniana* Walt., tres árgura 8).

Como parte del trabajo para la evaluación comparativa con las especies que México importa se contó con material extranjero donado a la Xiloteca del Herbario Nacional del Instituto de Biología de la U.N.A.M. (MEXUx), este material fue el siguiente:

- a) Una tablilla de *Liquidambar styraciflua* L., donada por el Department of Wood Technology, New York State College of Forestry, de los Estados Unidos de América.
- b) Una tablilla de *Juglans nigra* L., donada por el Department of Fisheries and Forestry, Forest Products Laboratory.
- c) Una tablilla de *Fraxinus americana* L., donada por el Department of Fisheries and Forestry, Forest Products Laboratory.
- d) Para la evaluación de *Carpinus caroliniana* Walt., no se contó con tablillas procedentes del extranjero por lo que la información presentada corresponde a datos reportados por la literatura por varios autores.

4.3. Colecta del material.

En la colecta del material no se efectuó un muestreo al azar, que hubiese sido lo más conveniente, ya que no siempre es factible disponer y derribar los árboles indicados por un muestreo de tal naturaleza, así como por las dificultades para extraer las muestras de los bosques y trasladarlas a los centros de trabajo.

Para establecer el método de selección se procedió a la elaboración de mapas de distribución de cada una de las especies basándose en información bibliográfica, en datos del Herbario Nacional del Instituto de Biología de la U.N.A.M. (MEXU) y del Herbario del Instituto de Investigaciones sobre Recursos Bióticos (INIREB), así como de

comunicaciones personales. Una vez que se tuvieron los mapas de distribución (figuras 9, 10, 11 y 12), se inició la colecta procurando en lo posible abarcar con las muestras las diferentes áreas de distribución de cada una de las especies dentro del área que se limitó en el Estado de Veracruz.

Para efectuar la colecta, se procedió a recorrer las áreas de distribución y en los lugares donde se encontraron vegetando las especies, se procedió a la inspección de varios individuos con la finalidad de ver cuál o cuáles reunían los requisitos mínimos para el estudio, como son diámetro a la altura del pecho no menor de 25 cms., fuste recto y libre de defectos hasta donde fuere posible, sin ataque de hongos o insectos, etc. Posteriormente, se procedió a solicitar la autorización de los propietarios de los terrenos donde vegetaban haciéndoles saber la finalidad para lo que se requerían las muestras de madera.

De cada árbol se extrajeron cinco muestras, tres de ellas de 110 cms., y dos de 10 cms. de longitud en dirección al eje axial del tronco, obsteniéndose alternadas y del fuste comercial, a partir del corte de derribe (figura 13). El derribe y la preparación del material fue hecho con motosierras Mc Culloch Súper 250 y Mc Culloch Súper 105; a cada troza se le sellaron los extremos con Resimul (emulsión de cera) para evitar pérdidas drásticas de agua y a los rolletes se les realizó un corte al azar del centro a la corteza para liberar con esto parcialmente los esfuerzos que se desarrollan al secarse la madera. De cada árbol se colectaron muestras suficientes de herbario (siempre no menos de diez) para respaldar las colectas en los distintos herbarios.

4.4. Registro e identificación.

El material obtenido fue registrado en el catálogo de colectas de la Xiloteca de LACITEMA-INIREB bajo la clave correspondiente formada de tres dígitos que corresponde al número de colecta progresivo del laboratorio y de una letra que corresponde al número de troza o rollete a partir del corte de derribe.

El material fue preparado tanto en LACITEMA-UNAM como en LACITEMA-INIREB, y la preparación de tablillas fue realizada en ca carpintería de este último, quedando depositado material de Xiloteca en ambas instituciones.

Los ejemplares de herbario quedaron adscritos al Herbario del INIREB, con duplicados en el Herbario Nacional previa determinación, los datos de registro generales están mencionados en la figura 8.

4.5. Muestreo del material.

Como material para la evaluación anatómica e histológica, se contó por cada árbol de dos rolletes completos y con doce muestras de Xiloteca (tablillas de 15 x 70 x 150 mm.), tomadas al azar del total de tablillas preparadas (en número variable), las cuales contenían corteza, albura y duramen, donde se apreciaban las secciones transversal, tangencial, radial y bastarda, todo este material se preparó de la siguiente manera:

a) Rolletes y tablillas, de este material se realizaron las descripciones de características macroscópicas observables a simple vista o con ayuda de una lupa (10x), cuando fue necesario, se pulieron las muestras.

b) Probetas, de cada rollete se tomaron al azar, de cuatro regiones diferentes, cuatro muestras con orientación de los tres planos característicos y de 15 a 20 mm., por lado y de una región a no menos de 10 cm., de la médula y siendo dos de duramen y dos de albura. A partir de estas probetas se elaboraron cortes y preparaciones fijas, haciéndose no menos de veinticuatro preparaciones con los tres cortes típicos por cada probeta.

Para llevar a cabo el muestreo de probetas, se elaboró sobre una mica un sistema de coordenadas equidistantes a 20 mm., una de otra, a las coordenadas horizontales se les asignó un número progresivo y a las verticales una letra progresiva. Posteriormente, la mica se colocaba sobre el rollete de muestreo y en lo posible, lo más cercano al ángulo superior izquierdo de la mica y de tal manera que no quedara ningún área del rollete sin cubrir por el sistema de coordenadas. Posteriormente, sobre la mica se trazaron dos círculos con lápiz grueso; el primero siguiendo los anillos de crecimiento y dentro del cual se estimó quedaba comprendida la madera considerada como juvenil, que de acuerdo a la bibliografía (Panshin y De Zeeuw, 1970) se acotó en 15 años; y el segundo círculo, siguiendo la línea del cambium, con ello se eliminaron las intersecciones no suscepti-

bles a entrar en el muestreo. Posteriormente, se realizó un sorteo al azar de pares de coordenadas hasta que se obtuvieron cuatro pares cuya intersección quedaba comprendida dentro del área de muestreo, estos puntos fueron orientados en la forma convencional.

- c) Astillas de los mismos rolletes, se tomaron cuatro astillas de 20 a 30 mm., de longitud tomadas de áreas aledañas a las probetas y a partir de las cuales se preparó material disociado, elaborándose no menos de doce preparaciones frescas por astillo. De algunas muestras se realizaron preparaciones fijas.

4.6. Técnicas.

Para la elaboración de preparaciones se procedió con la siguiente metodología a partir de la cual se obtuvieron veinticuatro preparaciones mínimo por muestra.

- a) **Ablandamiento.** Se obtuvo colocando las probetas de madera en una solución al 5% de etilediamina e hirviendo a reflujó en tiempos variables de 30 a 90 minutos, según la dureza de la pieza. Posteriormente, se hirvieron las muestras con agua destilada durante 30 a 60 minutos para eliminar el ablandador y cambiando durante este lapso varias veces el agua.
- b) **Corte.** Los cortes se realizaron con un micrótopo de deslizamiento empleando cuchillas de 185 mm. El grosor de los cortes osciló entre 18 y 22 micrómetros. Se obtuvieron los tres cortes característicos: transversal, tangencial y radial de una misma probeta. Estos cortes se mantuvieron prensados temporalmente entre dos portaobjetos en una solución glicerina-alcohol-agua (1:2:3) hasta que fueron montados.
- c) **Tinción.** Previo lavado en agua destilada por varios minutos, a la mitad de los cortes se les tiñó en una solución acuosa de safranina al 1%, durante tiempo variable dependiendo de la especie, hasta que tomaron un color rojo vivo.
- d) **Deshidratación.** Todos los cortes, teñidos y sin teñir, fueron deshidratados en alcoholes graduales de 70°, 80°, 96° y absoluto, durante un minuto a dos en cada cambio. Posteriormente, se aclararon en dos cambios consecutivos de xilol q.p., también durante un minuto cada cambio.

- c) Montaje. Los cortes se montaron en portaobjetos de 1 x 26 x 76 mm., y con cubreobjetos de 0.1 x 22 x 50 mm., con bálsamo de Canadá y colocando los tres cortes característicos en orden de derecha a izquierda: transversal, tangencial y radial.
- f) Disociación de material. Se colocaron las muestras en una mezcla 1:1 agua-solución de Jeffrey (óxido crómico y ácido nítrico), por espacio de veinticuatro horas; posteriormente las muestras se lavaron en agua destilada y se realizaron doce preparaciones frescas por muestra, tomando una porción pequeña de la muestra y colocada en una solución 1:1 glicerina-agua. Parte del material se tiñó con pardo de Bismark durante cuarenta y ocho horas y fue montado en gelatina.

4.7. Criterios de evaluación.

Para la evaluación anatómica e histológica de *Liquidambar macrophylla* O., *Juglans pyriformis* Liebm., *Carpinus caroliniana* Walt., y *Fraxinus uhdei* (Wenzig) Lingelsheim., de México y *Liquidambar styraciflua* L., *Juglans nigra* L., *Carpinus caroliniana* Walt., y *Fraxinus americana* L., de Estados Unidos de América, se procedió a obtener la mayor información posible considerando los siguientes criterios.

4.7.1. Descripción macroscópica.

La descripción macroscópica se llevó a cabo en rolletes y tablillas bajo las siguientes consideraciones, que a juicio de varios autores son las características importantes a considerar (Tortorelli, 1956; Fors, 1957; Kribs, 1959; Brazier y Franklin, 1961; Jane, 1970; Panshin y De Zeeuw, 1970; Desch, 1973).

- Color, se describió el color tanto de duramen como de albura en observaciones longitudinales.
- Olor, se determinó en muestras secas, cuando fue notorio se mencionó.
- Sabor, se estimó y se mencionó sólo cuando fue característico o particularmente apreciable.
- Lustre, se determinó por medio de rajaduras en la sección tan-

gencial y se catalogó en el siguiente rango: alto, mediano, bajo, opaco.

- e) Textura, se determinó en la superficie tangencial en apreciaciones al tacto, así como en base al tamaño aparente de los elementos bajo el siguiente patrón: áspera, gruesa, mediana, fina.
- f) Veteado, se determinó el veteado en las tabillas sobre las caras tangenciales, radiales y bastardas en las siguientes categorías: liso, suave, pronunciado.
- g) Hilo o grano, se determinó haciendo una rajadura longitudinal y paralela al grano y se denotó en las siguientes categorías: recto, diagonal, entrecruzado, ondulado, irregular.
- h) Dureza, se determinó en la superficie transversal haciendo una ralladura con la uña del pulgar y se catalogó en: muy dura, dura, media, blanda, muy blanda.
- i) Gravedad específica, se determinó en base a apreciaciones del peso y se agrupó en: muy pesada, pesada, media, liviana, muy liviana.
- j) Proporción albura-duramen, se determinó en base a las áreas de superficie que cubren cada región en los rolletes y se denotó como una relación.
- k) Transición, se determinó auxiliándose por los cambios en la tonalidad del color que se presenta entre la madera temprana y la madera tardía en las siguientes categorías: gradual, semigradual, abrupta.
- l) Anillos de crecimiento, se determinó si son o no conspicuos y si se presentan o en secuencias regulares.
- m) Corteza, aquí se observaron varias características tanto de la externa, como de la interna, como el tipo de estructura: lisa, escamosa, fisurada, fibrosa, otras.
También se determinó su textura en las siguientes categorías: muy áspera, áspera, media, lisa, muy lisa.
Se determinó color y grosor de la corteza interna y de la corteza externa.
- n) Otras características, aquí se denotaron características sobresalientes y peculiares de la madera que en un momento dado, pueden ser importantes.

4.7.2. Descripción microscópica.

Las descripciones de características microscópicas fueron consideradas a partir de los trabajos de Tortorelli, 1965; Kribs, 1959; Tsoumis, 1968 y Panshin y De Zeeuw, 1970. Estos caracteres se determinaron en preparaciones de material disociado y de cortes fijos a través del microscopio de contraste de fase y de campo claro, previa calibración; se realizaron observaciones cualitativas y cuantitativas, efectuándose ambas en cada muestra.

Para realizar las observaciones cualitativas, se siguió un formato formulado para tal fin, el cual tuvo como base las hojas de análisis del Forest Products Laboratory of Madison, Wisconsin y el de LACITEMA-UNAM.

Las evaluaciones cuantitativas, se obtuvieron bajo el microscopio de la siguiente forma:

- a) Elementos de vaso, se determinó la longitud de cincuenta elementos por cada muestra, siguiendo el criterio de medir el elemento de vaso en su longitud máxima incluyendo las colas, conforme a los criterios de Chalk y Chattaway (1931) y midiendo como máximo cinco elementos en una preparación.
- b) Abundancia de vasos o porosidad, se determinó el número de poros solitarios y agregados presentes en un campo, considerando los grupos agregados como un poro y midiendo veinte campos diferentes y no más de dos campos en una misma preparación, y se determinó sacando la abundancia de vasos por unidad de área (milímetro cuadrado).
- c) Porcentaje de distribución de poros, se sacaron los porcentajes en los que se presentan los poros solitarios, agregados de dos, tres, cuatro y cinco o más del inciso anterior.
- d) Diámetro tangencial de vasos, se determinó en cien elementos de vaso en sentido tangencial, que se considera la dimensión más estable de ellos; para cada muestra se efectuó esto y tomando no más de diez medidas en cada preparación.
- e) Altura de rayos, se determinó la altura de cien rayos multiseriados por muestra, midiendo únicamente la porción multiseriada de ellos que se considera la más constante, y de cien rayos uniseriados se determinó el número de células que los componen; en ambos casos tomando no más de diez medidas por preparación.

- f) Ancho de rayos, se determinó el número de células en la parte más ancha de cien rayos para cada muestra y no más de diez medidas por preparación.
- g) Abundancia de rayos, se determinó el número de rayos por milímetro lineal en sentido horizontal, no importando el tipo de rayos, se determinaron cien medidas por muestra tomando no más de cinco en cada preparación.
- h) Longitud de fibras, se determinó la longitud de cincuenta fibras por muestra y no más de cinco fibras en cada preparación.
- i) Diámetro del volumen de las fibras, se determinó el diámetro de cincuenta fibras por muestra en su sección más ancha, tomando no más de cinco medidas por preparación.
- j) Grosor de la pared de las fibras, se determinó el grosor de la pared de cincuenta fibras por muestra, tomándose la medida aproximadamente en la parte media de la fibra y no más de cinco medidas en cada preparación.

4.8. Evaluación estadística.

El análisis estadístico se llevó a cabo en cuatro de los caracteres susceptibles de medición, los cuales son: longitud de fibras, longitud de elementos de vaso, diámetro tangencial de los elementos de vaso y altura de la porción multiseriada de los rayos. Estos caracteres fueron seleccionados porque se les ha considerado como algunos de los que determinan importantes propiedades de la madera.

Cabe resaltar que para la caracterización y cualificación de los caracteres mensurables, las muestras se escogieron al azar, abarcando tanto madera normal como madera de reacción. Esto se consideró conveniente para obtener verdaderos índices de caracterización de estas especies que vegetan en terrenos generalmente con fuertes pendientes.

A nuestro juicio, estos índices deben de abarcar todas las alternativas posibles de variación estructural ya que si tomamos tan sólo probetas y material libre de defectos, este evento en realidad es muy difícil de obtenerse toda vez que en la naturaleza y condiciones de aprovechamientos forestales es altamente probable que se presente, en mayor o menor medida, madera cuya calidad no sea la óptima por

contener madera de reacción o cualquier otro defecto, como puede ser el hilo desviado, nudos, etc., y por tanto sería necesario efectuar mecanismos de corrección para dichos índices, que si bien es cierto, podemos predecir hacia donde se van a llevar a cabo las variaciones dimensionales de los elementos, en estos casos, no podemos determinar la magnitud de esta variación.

Por tanto, en la discusión de la evaluación estadística para los casos que así lo ameriten, se hará mención de los valores correspondientes al muestreo al azar, así como de los valores referentes a las maderas normal y de reacción, también se mencionan las variaciones morfológicas que ambos presentan.

Se compararán los datos de las especies que vegetan en México con las especies afines cercanas que vegetan en Estados Unidos de América y Canadá.

Para el caso particular de *Carpinus caroliniana* Walt. de Estados Unidos de América y Canadá no se contó con material de xiloteca, por tanto los datos presentados corresponden a datos de la literatura (Tsoumis, 1968; Panshin y De Zeeuw, 1970) en donde los datos obtenidos fueron obtenidos a partir de los valores promedio y desviación normal dados por estos autores. Fueron trazadas curvas que se postularon correspondientes a curvas normales y donde el valor medio corresponde a la media y los valores máximo y mínimo corresponden a menos tres y más tres desviaciones normales respectivamente; para estas curvas, se consideró una población de datos n igual a la de las otras muestras (cincuenta o cien según el caso), se asignaron las correspondientes clases de acuerdo a los tamaños de clase uniformizados en el estudio y fueron denotadas las frecuencias de clase por el valor medio de clase con tanta frecuencia como lo indicaba la curva normal.

El manejo de toda la información numérica obtenida se llevó a cabo mediante el empleo de los seis métodos que se mencionan a continuación (Ostle, 1965; Snedecor y Cochran, 1975).

Método uno. Comparación de histogramas de Frecuencia.

La evaluación estadística se notará para cada una de las muestras en particular mediante sus correspondientes histogramas de frecuencia (figuras 14 a 41), se presentará histogramas de frecuencia entre las especies que vegetan en México y las de Estados Unidos de América y Canadá (figuras 42 a 49).

En la descripción de las especies, se mencionan los valores de media aritmética, moda, rango, rango más frecuente y desviación normal para cada carácter mensurable.

Método dos. Variación por Significancia.

Para determinar si la variación intraespecífica e interespecífica de los caracteres mensurables puede ser tomada como representativa de la especie y para efectos de comparación entre especies del mismo género, filogenéticamente afines, se empleó el método que ilustra la diferencia existente entre las medidas aritméticas de dos o más poblaciones de datos (Stern y Greene, 1958), donde puede demostrarse (Arkin y Colton, 1950) que si la diferencia presente entre las dos medias es mayor que tres errores normales de la diferencia entre estas medias aritméticas, la diferencia es significativa y no es causada al azar, es decir, no se deben a las características genotípicas sino que hay elementos de juicio para suponer que se deben a factores del medio ambiente que han influenciado esta variación de plasticidad en las dimensiones de los elementos de la madera.

Cabe resaltar, que para esta evaluación se emplean pares de muestras tomadas de dos en dos a la vez. Para ello, se realizó al azar la elección de seis pares de muestras para cada uno de los caracteres con la finalidad de elucidar la significancia de la variación que existe en estos parámetros y donde por lo menos en dos pares aparezca la especie extranjera con la cual se va a comparar la especie que vegeta en México (figuras 50 a 57).

Método tres. Análisis de Variabilidad mediante el Análisis de Varianza.

Para evaluar la variabilidad y su significancia para cada uno de los cuatro caracteres estudiados de cada especie, se realizaron sucesivos análisis de varianza mediante el uso de la computadora del Departamento de Informática de la Tesorería General del Estado de Veracruz. Se empleó el programa BMDP2V de Análisis de Varianza y Covarianza, incluyendo mediciones con repetición del paquete de programas de BIOMED (1970), (figuras 58 a 61).

Método cuatro. Análisis del Efecto de Posición Mediante Análisis de Varianza.

Para elucidar el efecto de las dimensiones de longitud de fibras, longitud de los elementos de vaso, diámetro tangencial de los elementos de vaso y altura de la porción multiseriada de los rayos, dentro de la porción considerada como madera adulta y para discernir el efecto de posición entre las alturas de 1.20 y 2.40 m. y el efecto intra-específico entre árboles y condiciones de crecimiento de diferentes localidades, se efectuaron sucesivos análisis de varianza mediante el uso del programa mencionado en el método anterior (figuras 62 a 65), (Ostel, 1965).

Método cinco. Comparación de Rangos de Variación.

Otro método para la evaluación interespecífica de los caracteres antes mencionados, entre las especies de México y las extranjeras, tuvo lugar mediante la comparación de los esquemas de rangos de variación de cada muestra a dos desviaciones normales (a 95% de confianza) y donde la interpretación es tomada mediante apreciaciones visuales de las diferencias entre los segmentos que representan a cada muestra (figuras 66 a 69).

Método seis. Comparación Interespecífica mediante la prueba de Student.

Se empleó la prueba de Student "T" para comparar los caracteres entre pares de especies de un mismo género para ver la significancia existente y concluir su posible sustitución de una especie por otra (figura 70), (Ost.e, 1965; Spiegel, 1970), para ello se empleó la siguiente fórmula:

donde

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{G \sqrt{1/N_1 + 1/N_2}}$$

$$G = \frac{\sqrt{N_1 S_1^2 + N_2 S_2^2}}{N_1 + N_2 - 2}$$

5. RESULTADOS

5.1. Descripción de *Liquidambar macrophylla* O. de México.

Familia: Hamamelidaceae.

Nombres comunes: Liquidambar, en toda su distribución; ocozote, norte de Puebla, Oaxaca y Veracruz; bálsamo, Oaxaca y Chiapas; estoraque, Chiapas y Oaxaca; suchiate, Hidalgo, norte de Veracruz y Puebla.

Descripción del árbol: árbol robusto, puede alcanzar frutos de tamaño considerable y rectos encontrándose árboles hasta de 60 o 70 metros de alto y con diámetro a la altura del pecho hasta de 1.50 m., la copa es alargada, cónica o piramidal y con ramas corpulentas y ascendentes; caducifolio o subcaducifolio dependiendo de las condiciones medioambientales, su follaje cambia de tonos de color conforme pasan las estaciones del año; es un árbol monoico, de frutos agregados, leñosos que producen semillas aladas.

Ecología y distribución: se le encuentra a lo largo de la Sierra Madre Oriental en la ladera que da al Golfo de México, entre los 600 y 1,500 m. de altitud desde el sur de Nuevo León y Tamaulipas hasta el norte de Chiapas en forma intermitente, también se le encuentra en la vertiente del Pacífico en la Sierra Madre del Sur en Oaxaca y en la Sierra de Soconusco en Chiapas (figura 9). Es característica del bosque caducifolio, en cañadas, vegas de ríos, en áreas escarpadas de fuertes pendientes y en valles, es especie dominante aunque muy frecuentemente está presente en comunidades secundarias desarrollándose en suelos arcillosos derivados de material calizo y volcánico en el lado del Golfo y de metamórficos e igneos

en el Pacífico; se le ha usado con bastante éxito en la forestación de ciudades.

Corteza: corteza externa finamente fisurada, suberificada, de grosor homogéneo entre cuatro y cinco milímetros, grisácea a gris verdoso claro por la presencia de líquenes, por dentro es rojiza; corteza interna crema amarillento a castaño, fibrosa con abundante resina y de cinco milímetros de grosor.

Características macroscópicas: madera homogénea, con poco contraste de color entre albura y duramen, encontrándose en proporción 1:3, su color es pardo rojizo claro brillante; anillos de crecimiento muy poco conspicuos, de transición gradual y de tamaño variable que da a la madera un veteado suave; lustre moderadamente alto, moderadamente pesada y dura, de textura fina y grano o hilo recto, aunque en algunas áreas se presenta inclinado, ondulado o entrecruzado, probablemente debido a que los árboles se desarrollan en laderas con mucha pendiente, no se aprecia olor, la madera es insípida; los poros, rayos y parénquima son muy poco visibles y sólo se aprecian con ayuda de lupa (10x).

Características microscópicas: madera con poros abundantes, de forma redonda a semiangulosa, su distribución es difusa, encontrándose poros solitarios (65% y en agregados de dos (20%), tres (7%), cuatro (4%) y cinco o más (4%), siendo éstos en agregados tanto radiales como tangenciales, oblicuos y en racimos, son muy abundantes encontrándose en promedio 56 poros en un milímetro cuadrado (moda 52, rango 36 a 72, rango más frecuente 44 a 60); los poros tienen un diámetro tangencial pequeño con un promedio de 55.3 μm (moda 53, rango 36 a 93, rango más frecuente 48 a 60, desviación normal 6.5) (figuras 28-I, 28-II, 29-I y 29-II). Los elementos de vaso son extremadamente largos (figuras 21-I, 21-II, 22-I y 22-II), con una longitud promedio de 1299.88 μm (moda 1108, rango 568 a 2840, rango más frecuente 909 a 1491, desviación normal 229), tienen una membrana extremadamente oblicua con platina de perforación escalariforme con más de diez barras predominando de quince a dieciocho barras, las puntuaciones son de tipo areolado en el cuerpo del vaso y simples de gran tamaño en las colas, en ambos casos su distribución es opuesta y escalariforme, las colas de estos elementos son largas y se presentan colas opuestas y coincidentes.

El parenquima longitudinal es apotraqueal difuso y moderadamente escaso; el parénquima radial está formado por rayos heterogéneos tipo II habiendo rayos uniseriados (14%), formados exclusivamente de células procumbentes con un número variable de células por lo general menor de diez, hay también rayos biseriados (84%) y triseriados (2%), formados de dos tipos celulares, teniendo una, dos y en algunos casos tres hileras de células erectas en los extremos, el resto del rayo formado de cuatro a veinticinco hileras bi o triseriadas lo constituyen células procumbentes, son bajos de altura y ésta última sección es de 280 μm en promedio (moda 258, rango 110 a 552, rango más frecuente 162 a 320, desviación normal 65.7). Figuras 35-I, 35-II, 36-I y 36-II; son abundantes con un promedio lineal de 15 en un milímetro (moda 15, rango 11 a 21, rango más frecuente 13 a 17).

Las fibras son de tipo fibrotraqueidas, con puntuaciones areoladas de gran tamaño y moderadamente escasas, son fibras largas (figuras 14-I, 14-II, 15-I y 15-II) con un promedio de 1926.19 μm (moda 1867, rango 1079 a 3649, rango más frecuente 1,335 a 2,187, desviación normal 263); el diámetro de la fibra es moderadamente grande con un promedio de 44 μm (moda 41, rango 22 a 51, rango más frecuente 37 a 46), sus paredes de grosor medio tienen en promedio 8 μm (moda 7, rango 3 a 13, rango más frecuente 6 a 10).

Es frecuente encontrar gomas en el parénquima (longitudinal y radial) y en el interior de los vasos, también se presenta engrosamiento en espiral en los extremos y colas de los vasos.

5.2. Descripción de *Juglans pyriformis* Liebmann de México.

Familia: Juglandaceae.

Nombres comunes: Nogal, nombre más difundido en su distribución; cedro nogal, norte de Veracruz; nogalillo, centro de Veracruz.

Descripción del árbol: Árbol robusto, generalmente de buen fuste recto, con alturas totales de hasta 50 m. de diámetro a la altura del pecho de hasta 110 cm; de follaje abundante, deciduo o subdeciduo, con ramas horizontales robustas; crece en masas puras o mezclado con otros árboles caducifolios o subcaducifolios, principalmente en áreas de cañadas protegidas y en lomeríos irregulares.

Ecología y distribución: Se le encuentra distribuido en la Vertiente del Golfo sobre la ladera este de la Sierra Madre Oriental en la parte central y sur de Veracruz; probablemente su distribución sea más extensa hacia el norte de Hidalgo, centro y este de San Luis Potosí y sur de Nuevo León y Tamaulipas aunque esto no está confirmado (figura 9). Se le encuentra asociada al bosque caducifolio típico así como a bosques con encino mezclado, se desarrolla en suelos de material calizo y volcánico.

Corteza: Corteza externa escamosa de tejas irregulares, de tamaño y grosor variable, con figuras irregulares, por lo general profundas, de color pardo oscuro, con líquenes y musgos abundantes; grosor de diez a quince milímetros; la corteza interna es fibrosa, pardo oscura a negra con exudados abundantes, el grosor es por arriba de los diez milímetros.

Características macroscópicas: Madera con duramen pardo oscuro a pardo rojizo, oscuro en varias tonalidades y albura pardo a pardo oscuro grisáceo, su proporción es de 4:1, con un veteado de suave a moderadamente pronunciado debido a la presencia de vasos con contenidos bastante visibles y anillos de crecimiento que aunque son poco visibles dan a la madera veteados agradables, la transición de los anillos es gradual; lustre moderadamente alto, de mediana a ligeramente liviana y de dureza media, no se aprecia olor ni sabor, con hilo recto; porosidad bastante visible, no así rayos y parénquima que no se aprecian.

Características microscópicas: Madera con porosidad anular o semi-anular, transición gradual, los poros, de forma redonda, en su mayoría están dispuestos en forma solitaria (76%), aunque también en menor abundancia se encuentran agregados radiales de dos (14%), tres (7%), cuatro (2%) y cinco o más (1%), son poco numerosos, encontrándose en promedio 6.2 en un milímetro cuadrado (moda 7, rango 2 a 11, rango más frecuente 5 a 7); su diámetro tangencial es mediano (figuras 30-I, 30-II, 31-I y 31-II) y en promedio mide 174.4 μ m (moda 172, rango 91 a 289, rango más frecuente 151 a 208, desviación normal 34.7).

Los elementos de vaso tienen una membrana semifibrosa, con platinas de perforación simple, puntuaciones simples, con disposición alterna y opuestas, con colas predominantemente opuestas delgadas

y cortas, de longitud mediana (figuras 23-I, 23-II y 24-I), con promedio de 669.3 μ m (moda 665, rango 312 a 1179, rango más frecuente 440 a 895, desviación normal 159).

El parénquima es apotraqueal en bandas tangenciales irregulares, delgadas, de una o dos series de células y abundantes, también hay presencia de bandas terminales muy tenues.

El parénquima radial se presenta en rayos heterocelulares, con rayos uniseriados muy escasos de dos a diez células procumbentes de altura; los rayos multiseriados tipo II son bi, tri y eventualmente tetraseriados, con una a tres hileras de células erectas a cada extremo y un número variable de células procumbentes formando el cuerpo del rayo y cuya altura en esta porción es en promedio de 275 μ m (moda 247, rango 110 a 537, rango más frecuente 175 a 309, desviación normal 67.7) considerándoseles como rayos bajos (figuras 37-I, 37-II y 38-I); se presentan de mediana a moderadamente numerosos con un promedio de 11 por milímetro lineal (moda 10, rango 5 a 15, rango más frecuente 9 a 13).

Las fibras de tipo libriforme presentan puntuaciones simples, grandes y muy dispersas; la longitud promedio es en estos elementos de 1699 μ m (moda 1775, rango 809 a 2584, rango más frecuente 1306 a 2087, desviación normal 248) considerándoseles moderadamente largas (figuras 16-I, 16-II y 17-I), el diámetro de la fibra tomado en la porción más ancha de las fibras es en promedio 33.7 μ m (moda 34, rango 19 a 51, rango más frecuente 29 a 40) considerándose como medianas; el grosor de la pared es de 4.2 μ m (moda 5, rango 1.4 a 9.6, rango más frecuente 3.4 a 5.7) considerándose como de pared moderadamente delgadas.

Es notable la presencia de abundantes gomas, tanto en el parénquima como en los vasos, así como de escasos cristales romboidales en el parénquima longitudinal.

5.3. Descripción de *Carpinus caroliniana* Walt. de México.

Familia: Betulaceae.

Nombres comunes: Pipínque, nombre más común en toda su distribución; huichín o huichancillo, Puebla, noroeste de Hidalgo, este

de San Luis Potosí, norte de Veracruz; palmillo, Estado de México; tzucamay, zoque, Chiapas y Oaxaca; palo barranco, Michoacán; mora, moralillo, Jalisco, Michoacán y Guerrero.

Descripción del árbol: Árbol no muy alto, de veinte a treinta metros de altura y diámetro a la altura del pecho hasta de 60 cm. hay individuos con fustes rectos y los hay también con fustes bastante irregulares, de follaje no muy abundante y de copa bastante abierta, sus ramas son por lo general perpendiculares al tronco principal y delgadas, es caducifolio y suele presentarse abundantemente.

Ecología y distribución en México: Se distribuye en ambas vertientes, por el lado del Pacífico desde Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas sobre la Sierra Madre Occidental y la Sierra Madre del Sur, y por el lado del Golfo sobre la ladera este de la Sierra Madre Oriental desde Nuevo León, Tamaulipas, San Luis Potosí, Hidalgo, Puebla y Veracruz, todo esto dentro del rango altitudinal comprendido entre los 900 y 2500 m. es otra de las especies típicas del bosque caducifolio; aunque rara vez se presenta como especie dominante, siempre se presenta con gran abundancia en estratos inferiores, también está presente en comunidades con pinos y encinos y se desarrolla tanto en suelos volcánicos como metamórficos (figura 11).

Corteza: Corteza externa lisa e irregular, de color pardo grisáceo con tonalidades blanquizas a verdosas por los líquenes y musgos que suelen adherirse a ella, su grosor oscila entre los cinco y siete milímetros; la corteza interna es pardo verdosa quebradiza y escamosa, tiene un grosor entre cuatro y cinco milímetros.

Características macroscópicas: Madera muy homogénea, de textura fina moderadamente pesada y dura, de vetado muy suave y de color bastante uniforme pardo-rojizo pálido a lo largo del duramen y la albura, esta última con color apenas perceptiblemente más clara, la porción en que se encuentran estas es de 3:1, la transición es gradual aunque casi no se aprecia; es insípida y sin olor, no así el lustre que es bastante alto, su hilo varía de recto a moderadamente ondulado; la porosidad y el parénquima se ven a simple vista, no así los rayos que sólo son visibles con lupa (10x).

Características microscópicas: Madera con porosidad difusa, los poros de forma ovalada se presentan solitarios (11.7%) y en agregados

tanto radiales como en racimos de dos (22%), tres (17.3%), cuatro (26%) y cinco o seis (23%), siendo los más abundantes en agregados radiales de cuatro elementos; por su abundancia se consideran numerosos, ya que se encuentran en promedio 18 por milímetro cuadrado (moda 18, rango 12 a 23, rango más frecuente 17 a 19), tienen un diámetro tangencial promedio moderadamente pequeño de 69.5 μm (moda 65, rango 41 a 131, rango más frecuente 53 a 88, desviación normal 13.4) (figuras 31-I, 31-II, 32-I y 32-II).

Los elementos de vaso son medianos a moderadamente largos (figuras 24-I, 24-II, 25-I y 25-II), con una longitud total promedio de 752.4 μm (moda 568, rango 284 y 2173, rango más frecuente 511 a 895, desviación normal 143.6), tienen puntuaciones areoladas, alternas y abundantes, y la membrana es oblicua con platina de perforación simple, sus colas son pequeñas, alternas y coincidentes predominando notablemente estas últimas.

El parénquima longitudinal es apotraqueal difuso en bandas tangenciales irregulares cortas y en racimos.

El parénquima radial está formado de rayos heterogeneos tipo III, los rayos poliseriados son bi y triseriados y muy eventualmente se encuentran rayos más anchos hasta de seis células, tienen una hilera de células erectas en cada extremo y la porción multiseriada es muy baja formada exclusivamente de células procumbentes y con una longitud promedio de 196 μm (moda 210, rango 74 a 478, rango más frecuente 92 a 320, desviación normal 68.9); los rayos uniseriados son más pequeños que los poliseriados y están formados de dos a ocho células de alto (figuras 38-II, 39-I y 39-II); los rayos se presentan muy numerosos habiendo en promedio 18 en un milímetro lineal (moda 16, rango 11 a 23, rango más frecuente 15 a 21). Las fibras, de tamaño mediano a moderadamente largas (figuras 18-II, 19-I y 19-II) son de tipo libriformes, tienen una longitud promedio de 1565 μm (moda 1343, rango 1008 a 3635, rango más frecuente 1136 a 1690, desviación normal 167); su diámetro promedio es de 19 μm (moda 19, rango 14 a 23, rango más frecuente 17 a 21) por lo que se consideran como finas; tienen una pared delgada con un grosor de 4.2 μm (moda 4, rango 1.9 a 6, rango más frecuente 4 a 5); las puntuaciones son simples, pequeñas y escasas.

Hay presencia de contenidos en el parénquima longitudinal y radial, hay cristales poliédricos y abundantes gomas, la madera presenta abundantes máculas medulares y los vasos presentan abundantes engrosamientos en espiral muy finos en todo el cuerpo del vaso; así mismo se presentan rayos agregados.

5.4. Descripción de *Fraxinus uhdei* (Wenzig) Lingelsheim de México.

Familia: Oleaceae.

Nombres comunes: Fresno, nombre más común en toda su distribución fresno macho, fresno hembra, en algunas áreas de Jalisco, Michoacán, Oaxaca y Veracruz.

Descripción del árbol: Árbol de fuste bastante recto, alcanza alturas de 60 m, pero por lo general se le encuentra de 20 a 35 m, de ramas horizontales y copa esbelta aunque no muy tupida, es por lo general subcaducifolio aunque esta condición puede variar según las condiciones medioambientales, su diámetro a la altura del pecho es por lo general menor de 80 cm y se presenta con una distribución natural muy escasa dada la explotación que de él se ha hecho, se le ha cultivado con gran éxito en gran cantidad de localidades.

Distribución en México: Su distribución actual en forma natural es bastante restringida a lugares de la Sierra Madre Oriental bastante inaccesibles, se le encuentra en el sur de San Luis Potosí, norte y centro de Veracruz, y en la Sierra Madre Occidental en los estados de Jalisco, Michoacán y Guerrero, aunque forma parte del bosque caducifolio suele distribuirse hacia regiones algo más secas y cálidas y en lomeríos y valles que pueden ser desde no muy pronunciadas hasta áreas con gran pendiente y más expuestas, se le encuentra sobre suelos arcillosos y profundos.

Corteza: La corteza externa es irregular, escamosa, de color amarillo a pardo muy claro, con fisuras poco profundas y es muy delgada, de no más de dos milímetros, la corteza interna es pardo claro, algo fibrosa y dura y mide entre cuatro y seis milímetros de espesor, es ligeramente amarga.

Características macroscópicas: Madera sin diferencia en color entre

el duramen y la albura, la relación entre ambas es de 3:1, el color es castaño muy pálido con un veteado pronunciado producido por anillos de crecimiento medianamente visibles debido a la presencia de porosidad anular, transición gradual y parénquima terminal visible a simple vista; los vasos de color pardo rojizo dan a la madera la impresión de finas "pinceladas" pardo rojizas que sobresalen notablemente; lustre alto, sin olor e insípida, hilo recto, densidad media, textura media y moderadamente blanda; a simple vista se observan los anillos de crecimiento, la porosidad anular y el parénquima vasicéntrico y aliforme confluyente.

Características microscópicas: Madera con porosidad anular, los poros de forma redonda u oval se encuentran solitarios (15%), y en agregados radiales de dos (40%), tres (35%) y cuatro (10%) elementos, su abundancia por milímetro cuadrado es de cuatro en promedio (moda 4, rango 2 a 7, rango más frecuente 4 a 5); su diámetro tangencial promedio es mediano (figura 33-I y 33-II) con 135 μm (moda 119, rango 55 a 268, rango más frecuente 72 a 148, desviación normal 48.4).

Los elementos de vaso tienen colas pequeñas y predominantemente alternas, membrana oblicua y platina de perforación simple y puntuaciones alternas muy numerosas y pequeñas, su longitud total promedio (figuras 26-I y 26-II) es de 467 μm (moda 383, rango 187 a 1676, rango más frecuente 241 a 596, desviación normal 59.6) considerándoseles como moderadamente chicos a medianos.

El parénquima longitudinal es de varios tipos, el parénquima paratraqueal se presenta en la madera temprana como vasicéntrico y el apotraqueal difuso abundante y a medida que se pasa a la madera tardía varía a aliforme para terminar en el anillo como parénquima aliforme confluyente formando una banda delgada al término de los anillos.

Los rayos son muy uniformes y son de tipo homocelular, los hay uniseriados y poliseriados, predominando los biseriados. Sólo están formados de células procumbentes; los rayos uniseriados tienen una altura de dos a once células y los multiseriados son considerados como bajos, midiendo en promedio 164 μm (moda 155, rango 48 a 287, rango más frecuente 121 a 199, desviación normal 34.1) (figuras 40-I y 40-II) estos rayos se presentan numerosos ya que

hay en promedio 11 por milímetro lineal (moda 11, rango 8 a 17, rango más frecuente 10 a 13).

Las fibras de longitud mediana son de tipo libriforme, con puntuaciones areoladas y simples escasas, tienen una longitud promedio de 1325 μm (moda 1306, rango 795 a 2599, rango más frecuente 994 a 1676, desviación normal 199.8) (figuras 19-I y 19-II); su diámetro mide en promedio 20.2 μm (moda 20, rango 11 a 32, rango más frecuente 17 a 25) considerándoseles como finas, el grosor de la pared es delgado con un promedio de 4 μm (moda 4, rango 2 a 5, rango más frecuente 3 a 4).

Los rayos y los vasos tienen abundantes gomas.

5.5. Descripción de *Liquidambar styraciflua* L. de E.U.A.

Familia: Hamamelidaceae.

Nombres comunes: Red gum, New York; sweetgum, U.S.A.

Descripción macrosópica: Alburia blanquizca con tonalidades rosadas, duramen pardo rojizo a crema rojizo; sin olor ni sabor presentes, moderadamente pesada y dura, sus anillos son inconspicuos y tienen porosidad difusa, poros pequeños no visibles a simple vista, más o menos uniforme de tamaño lustre, moderadamente alto, hilo recto a inclinado.

Descripción microscópica: Madera con poros numerosos, solitarios (50%), y en agregados radiales de dos (30%), tres (8%), cuatro (6%), y hasta cinco (6%) elementos, son muy abundantes encontrándose en promedio 50 en un milímetro cuadrado (moda 48, rango 28 a 77, rango más frecuente 41 a 52); tienen diámetro tangencial pequeño (figura 34), pues su promedio es de 48 μm (moda 49, rango 28 a 71, rango más frecuente 42 a 55).

Los elementos de vaso tienen membrana terminal muy oblicua con platina de perforación escalariforme de más de quince barras, tienen engrosamiento en espiral restringido a las terminaciones de los vasos las cuales son largas y se presentan tanto opuestas como coincidentes, tienen puntuaciones intervasculares areoladas en hileras de una a tres; son extremadamente largos (figura 27) ya que

miden en promedio 1459 um (moda 1420, rango 1136 a 1846, rango más frecuente 1207 a 1491, desviación normal 179.5).

El parénquima longitudinal es paratraqueal escaso unilateral y apotraqueal difuso escaso; el parénquima radial está formado por rayos uniseriados en su mayoría aunque también están presentes bi y triseriados; estos rayos son heterocelulares tipo II, los rayos multiseriados formados por una o dos hileras a cada extremo de células erectas y su región procumbente con una longitud baja (figura 41) que en promedio es de 285 um (moda 239, rango 125 a 467, rango más frecuente 202 a 353, desviación normal 71.5), su anchura es de dos a tres células y muy raramente de cuatro; los rayos uniseriados tienen una altura de nueve células en promedio (rango 3 a 15); son abundantes encontrándose en promedio dieciocho en un milímetro lineal (moda 17, rango 10 a 32, rango más frecuente 15 a 23).

Las fibras son en su mayoría de tipo libriforme, son largas (figura 20) con un promedio de 1956 um (moda 1938, rango 1605 a 2627, rango más frecuente 1704 a 2059, desviación normal 230.9), tienen una pared de grosor medio de 5.1 um (moda 5, rango 3 a 12, rango más frecuente 4 a 8), su diámetro total es moderadamente grande con un promedio de 15 um (moda 17, rango 13 a 19, rango más frecuente 14 a 18). Hay canales gomíferos longitudinales muy escasos.

Es una angiosperma moderadamente blanda, de peso y resistencia media, tiene buena figura y color, se le han asignado diversos usos (Kellog, 1919) ya que es fácil de trabajarse y resistente cuando se le lamina para cajas y embalajes, también es buena para implementos agrícolas, instrumentos musicales, equipos de molinos, partes de vehículos y gabinetes, marcos de puertas y molduras.

5.6. Descripción de *Juglans nigra* L. de E.U.A.

Familia: Juglandaceae.

Nombres comunes: Black walnut, eastern black walnut.

Descripción macroscópica: Alburá pardo claro y duramen pardo brillante a pardo púrpura, con un olor bastante característico e insí-

vida; de lustre moderadamente alto y dureza media, su grano o hilo es recto a muy ligeramente irregular; su vetado es pronunciado debido a la gran cantidad de vasos de gran tamaño que dada su disposición anular resaltan los anillos de crecimiento, su textura es moderadamente áspera; a simple vista se observan además de los poros de gran tamaño y disposición solitaria y en agregados radiales, abundantes tilides dentro del lumen; el parénquima es muy poco visible aun con lente de 10x y se presenta en finas bandas tangenciales, los rayos también son muy poco visibles.

Descripción microscópica: Vasos con disposición anular, encontrándose en su mayoría solitarios (50%), aunque también se presentan en agregado tangenciales o radiales de dos (26%), tres (14%) y cuatro o más elementos (10%); su abundancia es escasa, encontrándose en promedio nueve en un milímetro cuadrado (moda 8, rango 2 a 13, rango más frecuente 7 a 12); su diámetro tangencial es mediano (figura 34) en promedio mide 179 μm (moda 186, rango 108 a 263, rango más frecuente 131 a 210, desviación normal 37.8). Los elementos que los constituyen tienen platina de perforación simple, membrana oblicua, sus colas son moderadamente cortas y opuestas, tienen puntuaciones simples con disposición alternas y opuestas, tienen una longitud mediana (figura 27) con un promedio de 696 μm (moda 710, rango 568 a 852, rango más frecuente 611 a 781, desviación normal 74.5). El parénquima longitudinal es apotraqueal difuso y en algunas zonas en bandas cortas, asimismo también se presenta escaso vacicéntrico; el parénquima radial tiene rayos homocelulares y heterocelulares predominando estos últimos, los cuales son de tipo II con una hilera de células erectas a cada extremo y la porción multiseriada es baja (figura 41) mide en promedio 252 μm (moda 258, rango 136 a 405, rango más frecuente 166 a 316, desviación normal 65.5); los rayos homocelulares tienen entre cuatro y diecisiete células de alto; hay en promedio trece rayos por milímetro lineal (moda 13, rango 8 a 19, rango más frecuente 10 a 15). Las fibras son de tipo libriforme, con paredes moderadamente delgadas de 7 μm (moda 6, rango 4 a 11, rango más frecuente 6 a 9); tienen un diámetro promedio de 37 μm (moda 35, rango 26 a 50, rango más frecuente 34 a 41) y una longitud moderadamente larga de 1342 μm (moda 1349, rango 1519 a 2499, rango más frecuente

1519 a 2087) (figura 20) y tienen puntuaciones de tipo simple, grandes y muy espaciadas.

Los rayos presentan abundantes gomas.

Esta especie es apreciada por su bello color, por su fina figura y belleza en acabados, que aunados a cortes especiales producen elementos para muebles de gran calidad, se le emplea en la elaboración de chapa, de muebles, gabinetes, instrumentos musicales, en partes de vehículos, cachas de armas de fuego, etc. (Kellog, 1919).

5.7. Descripción de *Carpinus caroliniana* Walt. de E.U.A.

Familia: Betulaceae.

Nombres vulgares: American hornbeam, blue beech, U.S.A.

Descripción macroscópica: Albura muy pálida casi blanquiza, duramen amarillo pálido o pardo blanquizo, sin olor ni sabor, pesada y dura, anillos conspicuos delimitados por bandas de parénquima blanquizo; poros no visibles sin lentes de aumento (10x), rayos difusos y en agregados visibles a simple vista.

Descripción microscópica: Vasos moderadamente numerosos, se encuentran en promedio veintiuno por milímetro cuadrado (moda 19, rango 13 a 28, rango más frecuente 18 a 25) se encuentran en disposición semianular y con un arreglo en vasos solitarios y en agregados radiales de dos y tres elementos, su platina es simple así como sus puntuaciones; los elementos de vaso tienen longitud mediana promedio de 506 μm (moda 498, rango 100 a 700, rango más frecuente 300 a 500) (figura 27).

El parénquima longitudinal es apotraqueal difuso o en bandas; el parénquima radial tiene rayos homocelulares y heterocelulares tipo II, estos últimos de tamaño bajo (figura 41) y longitud promedio de 210 μm (moda 222, rango 122 a 378, rango más frecuente 160 a 250).

Las fibras con puntuaciones areoladas tienen longitud media de 1557 μm (moda 1428, rango 700 a 1700, rango más frecuente 900 a 1300) (figura 20).

En Estados Unidos de América es considerada como especie menor, dado su uso muy restringido a partes de vehículos e implementos agrícolas (Kellog, 1919).

5.8. Descripción de *Fraxinus americana* L. de E.U.A.

Familia: Oleaceae.

Nombres vulgares: White ash, E.U.A.

Características macroscópicas: Albura de color crema muy pálida y duramen pardo claro grisáceo, de lustre alto y sin olor ni sabor característico; de hilo recto y moderadamente dura, su textura es media a moderadamente áspera; los anillos de crecimiento son conspicuos y el veteado pronunciado, esto es debido a que los vasos son grandes y con una disposición anular bastante marcada.

Características microscópicas: Los vasos muestran una disposición anular presentándose muy marcadamente hacia la madera temprana, son solitarios (27%), aunque predominantemente se encuentran en agregados radiales de dos vasos (50%), también hay agregados de tres (13%) y cuatro o más (10%); su diámetro tangencial es mediano (figura 34) con un promedio de 156 μm (moda 167, rango 84 a 227, rango más frecuente 131 a 167, desviación normal 23.4).

Los elementos de vaso tienen colas pequeñas predominantemente alternas, con puntuaciones opuestas, la membrana terminal es oblicua y la platina de perforación es simple; son cortos (figura 27) ya que tienen una longitud total promedio de 264 μm (moda 284, rango 170 a 312, rango más frecuente 213 a 284, desviación normal 29.9). El parénquima longitudinal es moderadamente abundante y tiene una disposición en bandas apotraqueales tangenciales difusas en la madera temprana y paratraqueal vasicéntrico en los vasos de la madera tardía.

El parénquima radial está formado de rayos homocelulares tipos I y II, se presentan bastante homogéneos predominando los rayos biserialados aunque eventualmente se presentan uni y triserialados, los rayos tienen de ocho a diez células de alto y su porción multiserialada es baja (figura 41) mide 171 μm (moda 177, rango 92 a 294, rango más frecuente 121, desviación normal 31.8).

Las fibras libriformes tienen paredes moderadamente delgadas y son de 4 μm (moda 4, rango 2 a 6, rango más frecuente 3 a 5), su longitud es moderadamente grande (figura 20) de 1188 μm (moda 1193, rango 852 a 1519, rango más frecuente 994 a 1420, desviación

normal 129.7), y el diámetro de las fibras es fino con un promedio de 22 μ m (moda 21, rango 14 a 27, rango más frecuente 18 a 24).

Los rayos presentan gomas abundantes.

Esta especie no es tan dura y pesada como el promedio de las maderas duras (angiospermas), pero su fuerza y elasticidad es bastante considerable (Kellog, 1919) por lo que es muy útil para varios usos, los cuales son principalmente para mangos de herramientas, asas o agarraderas, cajas, muebles, partes de la industria textil, de ingenios, de molinos, implementos agrícolas; gabinetes de cocina, refrigeradores, televisores, radios, etc., así como interiores de embarcaciones.

El color amarillento que se observa en una muestra de madera de reacción de esta especie es debido a la presencia de un tipo de resina que se encuentra en las células de la médula y que se deposita en las paredes de las células de la médula y en las paredes de las células de la médula y en las paredes de las células de la médula.

La presencia de un tipo de resina que se encuentra en las células de la médula y que se deposita en las paredes de las células de la médula y en las paredes de las células de la médula y en las paredes de las células de la médula.

6. DISCUSION.

6.1. Evaluación comparativa de *Liquidambar macrophylla* O. y *Liquidambar styraciflua* L.

De las muestras analizadas y seleccionadas de *L. macrophylla* O., las correspondientes a 014B, 020A, 021A y 021B tomadas a 1.20 m. de altura y la 014D tomada a 1.40 m. correspondían a áreas situadas en la madera de reacción, el resto de las muestras corresponden a madera normal. Esto se detectó primero a simple vista por la excentricidad de la médula en los respectivos rolletes, así como en algunos casos por la presencia de un color más intenso de la madera.

Por lo general, *L. macrophylla* O., presenta hilo recto, aunque en las muestras 014B y 014D las probetas presentaron hilo inclinado o diagonal y las muestras 020A, 021A y 021B hilo entrecruzado.

Aunque no siempre, parece haber un aumento en la longitud de las fibras de *L. macrophylla* O., en áreas de madera de reacción de los valores promedio de 1926 μm a valores entre 2223 y 2645 μm (figura 15-II; muestras 021A, 021B). Asimismo lo que sí varía es una reducción del diámetro del lumen en la madera de reacción, así como un aumento en el grosor de la pared, aunque no se aprecia que sea de tipo gelatinosos. Los poros disminuyen ligeramente en abundancia de 54/ mm^2 a 36/ mm^2 , sin embargo, es mínima la variación en su diámetro tangencial, 55 contra 52 μm (figura 29-II).

Los elementos de vaso aumentan en longitud de 1299 μm que es el promedio general a 1757 y 1973 μm en promedio (figura 22-II; muestras 021B y 021A respectivamente). Los rayos tienden a aumentar

en altura de valores promedio de 248 um hasta 275 um (figura 36-II; muestra 029B), a la vez que aumenta el número de hileras procumbentes en los rayos.

Se observa que la madera de reacción no pierde brillo, aunque su dureza y densidad si aumentan notablemente.

La madera de *L. styraciflua* L., con que se contó parece no tener defectos de madera anormal y presenta algunas diferencias con respecto a la de *L. macrophylla* O., esta última es de color bastante más clara, siendo pardo rojizo clara mientras que en *L. styraciflua* L., es pardo rojiza, así mismo *L. macrophylla* O., es más blanda. Sus características mensurables son bien similares, quizá la amplitud de rango y la media aritmética de *L. styraciflua* L., sean ligeramente mayores. En cuanto a los elementos de vaso, parece haber una reducción moderada en la longitud del cuerpo, compensada con un aumento en el tamaño de la platina de perforación en *L. macrophylla* O., aunque esto último es necesario comprobarlo si es determinante estadísticamente (figuras 42-I, 42-II, 42-1 y 43-II).

NOMINACION	<i>L. macrophylla</i>	<i>L. styraciflua</i>
longitud de fibras	1926.19 um	1956.00 um
diámetro de fibras	44.00 um	50.00 um
grosor de pared de fibras	8.00 um	10.00 um
longitud de vasos	1299.88 um	1459.00 um
diámetro tangencial de vasos	55.25 um	60.00 um
altura multiseriada de rayos	248.00 um	285.00 um

Para *L. styraciflua* L., se ha encontrado (Chow, 1971) que la longitud de las fibras en la madera de reacción aumenta a valores de 2170 um contra 2050 um de la madera normal. En éste trabajo, los valores correspondientes a la madera normal de *L. styraciflua* L., mostraron ser menos elevados (1956 um).

Con respecto a la significancia existente entre *L. macrophylla* O. y *L. styraciflua* L., en lo que se refiere a los cuatro caracteres mensurables más importantes (longitud de vasos, longitud de fibras, diámetro tangencial de vasos y altura de la porción multiseriada de los rayos), se observa que para cualesquiera de ellos, siempre se presenta una

significancia positiva al comparar ambas especies (figuras 50-I, 50-II, 51-I y 51-II), no así al comparar las muestras de *L. macrophylla* O., cuya significancia en algunos casos es positiva y en otros negativa. Cabe resaltar que cuando se presenta una significancia positiva en la mayoría de los casos, una de las dos muestras corresponde a madera de reacción; asimismo, cuando se comparan muestras de un mismo árbol tomadas a distintas alturas (1.20 y 2.40 m.) la significancia existente fue negativa.

6.2. Evaluación comparativa de *Juglans pyriformis* Liebmann y *Juglans nigra* L.

En este grupo ocurrió algo digno de mencionarse, a pesar de que los tres árboles colectados estaban situados en laderas de considerable pendiente (el 015 a 45°, el 017 a 30° y el 026 a 55°, éste último al borde de un pequeño desfiladero), ninguno de los tres mostró excentricidad de su médula por formación de madera de reacción; cuando fuese un ligero aumento en el diámetro tangencial de los vasos en lo más el árbol 015 mostraba una forma ligeramente ovalada, por tanto, a simple vista no se pudo detectar la presencia de madera de reacción.

Microscópicamente, en *J. pyriformis* Liebmann, se pone de manifiesto que se refiere al promedio de la muestra 015B con respecto a la media aritmética general (figura 30-1), donde se alcanzan valores de 197 μm contra 174 μm del promedio para la especie; asimismo, para la misma muestra se presenta un aumento en la altura de los rayos de 275 a 318 μm (figura 37-1; muestra 015-C), así como una disminución en la longitud de vasos hasta valores de 582 μm (figura 23-1) contra 669 μm del promedio, estas variaciones dimensionales parecen ser moderadas.

Al comparar los resultados de *J. pyriformis* Liebmann y de *J. nigra* L., se observan datos muy similares, quizá sólo se observe una mayor longitud de las fibras (figuras 44-I, 44-II, 45-I y 45-II).

NOMINACION	<i>J. pyriformis</i>	<i>J. nigra</i>
longitud de fibras	1699.30 μm	1342.00 μm
diámetro de fibras	33.70 μm	37.00 μm

grosor de pared de fibras	4.20 um	7.00 um
longitud de vasos	669.30 um	696.00 um
diámetro tangencial de vasos	174.40 um	179.00 um
altura multiseriada de rayos	275.20 um	252.00 um

En lo referente a la comparación entre los valores para ambas especies, la significancia no siempre es positiva, por ejemplo, en algunos casos, el diámetro tangencial de vasos (figura 53-I) y la altura de la porción multiseriada (figura 53-II), la significancia es negativa, es decir para estos caracteres mensurables no hay diferencia estadísticamente significativa entre las dos especies.

Al comparar valores existentes en muestras de *J. pyriformis* Liebmann, se observa que en algunos casos hay diferencia significativa entre una muestra y otra (figuras 52-I, 52-II, 53-I y 53-II); así mismo, en cuanto a la variabilidad que existe entre muestras de un mismo árbol a distintas alturas, no se observa diferencia entre las dimensiones de los elementos celulares (figuras 52-II, 53-I y 53-II), excepción de un caso en la longitud de fibras (figura 52-I).

J. pyriformis Liebmann, posee anillos de crecimiento más anchos (casi el doble), transición más gradual y poros menos abundantes (90/mm² contra 120/mm² de *J. nigra* L.) El color de la madera es diferente, pardo violáceo contra pardo grisáceo de *J. pyriformis* y este último tiene más tonalidades y más lustre por lo que sus cualidades estéticas son altas.

6.3. Evaluación comparativa de *Carpinus caroliniana* Walt. de México y Estados Unidos de América.

Con respecto a este grupo, las muestras presentaban un hilo recto a moderadamente inclinado, aunque en áreas de madera de reacción el hilo se hace notablemente inclinado (de 30 a 40°), entrecruzado u ondulado, a la vez que hay un aumento notable en el peso y la dureza. Esta especie es susceptible al ataque de coleópteros que durante una etapa de su ciclo de vida se sitúan debajo de la corteza y dañan de alguna manera el cambium o las células derivadas, ello origina cicatrices o máculas medulares constituidas de células de parénquima.

Las muestras de *C. caroliniana* Walt. de México que correspondie-

ron a madera de reacción fueron la 024A, 024C, 025A y 025C, a su vez, la primera tenía hilo inclinado, la segunda ondulado y la tercera y cuarta entrecruzado. A este respecto, las modificaciones anatómicas que se observaron en las muestras 024A y 024C (figura 10-1) fueron la longitud de las fibras que aumenta a valores de 1820 y 2745 μm respectivamente contra 1565 μm del promedio general; por otra parte, en las muestras 024D, 025A y 025C (figuras 18-1 y 18-11) la longitud se abate moderadamente a valores de 1331, 1370 y 1347 μm respectivamente; en estas últimas muestras, las fibras se observan más redondeadas, la pared secundaria tiene una apariencia gelatinosa, es más gruesa y el lumen es irregular.

Los vasos presentan rangos de variación de longitud mayores en alrededor de un 50% de las muestras tomadas en la madera de reacción, siendo bastante notable este aumento, notándose esto en las muestras 024A y 024C (figura 25-1) a 1224 y 1792 μm respectivamente, contra 752 μm del promedio de longitud.

En la madera de reacción de *C. caroliniana* Walt., se presenta un aumento en el diámetro tangencial para las muestras 025A y 025C (figuras 32-11) de 81 a 88 μm respectivamente, contra 69 μm del promedio general de la especie. Asimismo, se presenta una reducción en la altura de los rayos de las muestras 024A y 024C a valores de 133 y 137 μm respectivamente (figura 39-1), contra 196 μm del promedio general.

NOMINACION	<i>C. caroliniana</i>	
	<i>de México</i>	<i>de E.U.A.</i>
longitud de fibras	1565.08 μm	1577.00 μm
diámetro de fibras	19.00 μm	15.00 μm
grosor de pared de fibras	4.20 μm	5.10 μm
longitud de vasos	752.42 μm	506.00 μm
diámetro tangencial de vasos	69.50 μm	61.00 μm
altura multiseriada de rayos	196.00 μm	210.00 μm

La evaluación de la significancia de esta especie para las dos localidades no se realizó ya que no se dispuso de información de rangos de desviación estándar para hacer la comparación respectiva. A lo más se

pueden comparar las medias aritméticas para ambas poblaciones, en donde se observa que la longitud de las fibras y el diámetro tangencial de los vasos tienen dimensiones muy similares, no así la longitud de los vasos, que es mayor en las muestras de México (752 contra 506 μm); lo contrario ocurre en la altura de la porción multiseriada de los rayos que es mayor en las muestras de Estados Unidos de América (210 contra 196 μm).

6.4. Evaluación comparativa de *Fraxinus uhdei* (Wenzig) Lingelsheim y *Fraxinus americana* L.

Con respecto a *F. uhdei* (Wenzig) Lingelsheim no se apreció la presencia de madera de reacción, los árboles crecían en áreas con escasa pendiente y estaban bien conformados por lo que la variabilidad existente no se debió a madera de reacción. Lo que sí se apreció fue un gran rango de variabilidad para los caracteres mensurables.

La comparación de las dimensiones de los elementos entre *F. uhdei* (Wenzig) Lingelsheim y *F. americana* L., refleja una mayor longitud en *F. uhdei* (Wenzig) Lingelsheim tanto en las fibras como en los vasos ya que aumentan respectivamente de 1188 y 264 μm para *F. americana* L. a valores en *F. uhdei* (Wenzig) Lingelsheim de 1326 y 467 μm (figuras 48-I y 49-I). Lo contrario acontece con el diámetro tangencial de vasos y la altura de la porción multiseriada de rayos, que en *F. uhdei* (Wenzig) Lingelsheim son de menor tamaño con dimensiones promedio de 135.25 y 164 μm respectivamente, contra valores de 156 y 177 μm para *F. americana* L. (figura 48-II y 49-II).

La evaluación de la significancia existente entre las dimensiones de los elementos de ambas especies (figuras 56-I, 56-II, 57-I y 57-II), nos indica que para la longitud de las fibras y el diámetro tangencial la significancia no siempre es positiva, esto se debe a que para ambos caracteres existen rangos bastante considerables de variabilidad (795 a 2599 μm y 55 a 268 μm respectivamente), se hace factible que en algunos casos (muestras 030C y 019A) los rangos de variabilidad en las muestras de *F. uhdei* (Wenzig) Lingelsheim sean estadísticamente similares a los valores de las muestras de *F. americana* L.

Por otra parte, la longitud de los elementos de vaso y la altura de la porción multiseriada parecen indicar la existencia de diferencias significativas de estos caracteres para ambas especies.

NOMINACION	<i>F. uhdei</i>	<i>F. americana</i>
longitud de fibras	1325.86 um	1188.00 um
diámetro de fibras	20.20 um	22.00 um
grosor de pared de fibras	4.00 um	4.00 um
longitud de vasos	466.88 um	264.00 um
diámetro tangencial de vasos	135.25 um	156.00 um
altura multiseriada de rayos	164.25 um	171.00 um

En cuanto a los valores reportados por otros autores (Sánchez, 1968), para las dimensiones de las fibras, comparados con los encontrados en el presente trabajo, se observan diferencias en los promedios de longitud de fibras reportados, de 1512.65 um contra 1325.86 um; aquellos árboles fueron colectados en el Municipio de Chilpancingo, Guerrero, es de esperarse que los valores modales de aquel trabajo fuesen mayores al de 1306 um encontrados en este trabajo para *F. uhdei* (Wenzing) Lingelsheim.

Estas diferencias existentes pueden deberse a varios factores, entre ellos la localidad de colecta diferente, la inclinación del terreno y caracteres medioambientales diferentes, las condiciones ecológicas, ya que unos provenían de un bosque natural y otro de bosque perturbado por la introducción de cafetales. Asimismo, las metodologías de muestreo en ambos casos fueron diferentes ya que en aquel trabajo se muestreó una localidad, dos árboles, doce alturas, dos tipos de madera, dos posiciones, dos orientaciones y diez fibras por muestra, mientras que en este trabajo se emplearon dos localidades, dos árboles, dos tipos de madera, cuatro posiciones y cincuenta fibras por muestra.

6.5. Análisis cuantitativo.

Para el efecto de la variación intraespecífica de las muestras y considerando un carácter a la vez, se encontraron en el análisis de varianza (figuras 58 a 61) niveles de probabilidad bastante bajos: para la longitud de fibras 0.048, para la longitud de los elementos de vaso de 0.038, para el diámetro tangencial de los elementos de vaso de 0.000, y para la altura de la porción multiseriada de los rayos de 0.000, por lo que los niveles de confianza para afirmar que no hay diferencias

significativas entre las muestras pertenecientes a una misma especie y para cada carácter, son bastante altos (de 95.2, 96.2, 99.99 y 99.99%, respectivamente).

Lo contrario acontece cuando se compara la variación interespecífica de las muestras y considerando un carácter a la vez, ya que se encontraron niveles de probabilidad bastante altos: para la longitud de fibra de 0.537, para la longitud de los elementos de vaso de 0.809, para el diámetro tangencial de los elementos de vaso de 0.399 y para la altura de la porción multiseriada de los rayos de 0.646; estos datos dan niveles de confianza excesivamente bajos (de 47.3, 19.1, 60.1 y 35.4% respectivamente). Estos resultados denotan inmediatamente la presencia de diferencias bastante significativas en las dimensiones celulares que hacen discernir de una manera notable una especie de la otra, esto se hace más notorio en el carácter longitud de los elementos de vaso, en donde es más patente esta diferencia y donde el nivel de confianza es de 19.1%; en menor medida, pero también significativa, se observan resultados análogos para los otros caracteres considerados.

El análisis de varianza realizado para determinar el efecto entre árboles (y por ende en algunos casos entre localidades), alturas (1.20 y 2.40 m) y distancias a la médula; presenta varios aspectos de interés y comportamientos peculiares por lo cual se discutirá cada carácter por separado.

a) Longitud de fibras.

Los resultados del análisis de varianza de la longitud de fibras (figura 62), indican que entre las muestras se observa un efecto significativo de posición al considerarse los árboles individuales entre las alturas de 1.20 y 2.40 m, ya que se encontró un nivel de confianza de 8.5%, no así, con el efecto de posición a una misma altura y distancias diferentes a la médula, en donde se encontró un nivel de confianza de 83.7%. Estos datos indican que dentro de las especies estudiadas, en árboles individuales es mayor la diferencia existente entre muestras a distintas alturas que entre muestras tomadas a una misma altura.

Al evaluar el efecto en conjunto de todos los árboles pertenecientes a un mismo género, se observó que el efecto de altura de las muestras

sigue teniendo niveles de confianza bajos (48.9%), sin embargo, éstos son mayores que los que ocurren en árboles individuales (48.9 contra 8.5%). Al analizar el efecto de la posición de las muestras a distintas distancias de la médula, observamos que el nivel de confianza es de 22.6%. Estos niveles son menores que los que se observan en árboles individuales (2.6 contra 83.7%). De estos resultados, se deduce que la variabilidad de la longitud de fibras en efectos de posición a distintas alturas es mayor en árboles individuales que entre árboles de la misma especie, lo contrario acontece en los efectos de las dimensiones a la misma altura donde la variabilidad entre árboles es mayor que la variabilidad en un mismo árbol.

Al analizar el efecto altura-posición en árboles individuales, se observa un nivel de confianza bastante bajo (8.3%). Es de esperarse valores de esta magnitud dado el efecto que ejerce la variabilidad a diferentes alturas. Algo similar ocurre, aunque en menor medida, al comparar todos los árboles de un mismo género a las distintas alturas y posiciones y donde, al igual que en el caso anterior, el valor obtenido de nivel de confianza de 36.1% era de esperarse, dada la influencia que ejerce la variabilidad cuantitativa de los valores de posición.

b) Longitud de los elementos de vaso.

Los resultados encontrados en el análisis de varianza para la longitud de los elementos de vaso (figura 63), manifiesta para árboles individuales una diferencia significativa bastante elevada en lo que se refiere al efecto de altura de las muestras a 1.20 y 2.40 m, debido al nivel de confianza bastante bajo de 6.3%. Algo similar, aunque con un nivel de confianza mayor pero aún bajo (66.8%), ocurre para el efecto de posición, lo que presupone también considerables variaciones dimensionales a distintas distancias de la médula.

El efecto de variación al considerar en conjunto las muestras pertenecientes a un mismo género denotan que hay significativos efectos de altura y posición ya que se presentan niveles de confianza bajos (41.9 y 59.5% respectivamente), datos similares se observan en la comparación del efecto altura-posición, en donde se tienen niveles de confianza muy bajos (14.5%) y en la comparación en conjunto del efecto altura-posición para cada género, donde se obtiene una confia-

bilidad de 10.4%; en cada caso, el efecto de variabilidad es mayor entre alturas que entre posiciones.

c) Diámetro tangencial de elementos de vaso.

El análisis de varianza del diámetro tangencial de los elementos de vaso (figura 64), al igual que en los casos anteriores, denota niveles de confianza bastante bajos, obteniéndose para árboles individuales valores de 37.7% para el efecto entre alturas, de 34.4% para posiciones y de 45.0% para el efecto combinado altura-posición, y resultados homólogos cuando se estima en forma conjunta la variabilidad de las muestras pertenecientes a un mismo género, obteniéndose para la variable altura un nivel de confianza de 7.4%, para la posición de 6.4% y para el efecto combinado de ambos de 18.2%; en este caso, las variables altura y posición ejercen muy similares efectos ocasionando una gran variabilidad para las muestras.

d) Altura multiseriada de rayos.

La variabilidad de las dimensiones de los rayos (figura 65), también denota niveles de confianza bastante bajos, sobre todo por el gran efecto de la posición a la médula; al analizar árboles individuales se observan confiabilidades de 67.2% entre alturas, de 0.9% entre posiciones y de 22.3% en el efecto de ambos y para el efecto de variabilidad al considerar muestras de un mismo género, se obtienen valores de 18.1% para el efecto de alturas, de 3.8% para posiciones y de 6.0% para el efecto altura-posición en conjunto.

Otra forma empleada para determinar la variabilidad entre las diferentes muestras y especies fue la de comparación de los rangos de variación, en ella se consideran las variaciones existentes en cada muestra a dos desviaciones normales a partir de la media aritmética.

La interpretación de los resultados en este caso es de acuerdo a apreciaciones personales y por tanto susceptibles a discusión. Para cada uno de los caracteres se presentan patrones de distribución dimensional peculiares por lo que se discutirán cada uno de ellos por separado (figuras 66 a 69).

La interpretación del esquema de rangos de variación de la longitud de fibras para las cuatro especies que vegetan en México y las

de Estados Unidos de América (figura 66), parece a primera vista difícil discernir entre las muestras de una especie y las correspondientes a otras. Sin embargo, si se observa el esquema con detalle pueden observarse, aunque de una manera no muy clara, cuatro paquetes de segmentos, cada uno de ellos corresponde a un género. Asimismo, los segmentos de mayor magnitud —que representan la variabilidad de las muestras— parecen ser mayores para los géneros *Liquidambar* y *Juglans* y menor para *Carpinus* y *Fraxinus*; asimismo, la mayor homogeneidad tanto de variabilidad como del valor de su media aritmética corresponde al género *Liquidambar*.

El esquema de rangos de variación de la longitud de los elementos de vaso (figura 67), pone de manifiesto los siguientes eventos: se nota una marcada diferencia de la magnitud de los elementos de vaso del género *Liquidambar*, ya que aparte de tener un gran rango de variabilidad, sus dimensiones son en promedio mucho mayores.

En los otros géneros, la diferencia es mucho menos notable, sin embargo, al observarse con mayor detenimiento el esquema, se observa que las muestras correspondientes al género *Fraxinus* presentan en general menor variabilidad y menor magnitud, no así entre las muestras de *Juglans* y *Carpinus*, entre las cuales parece ser difícil discernir.

Los rangos de variación del diámetro tangencial de los elementos de vaso (figura 68), revelan en su representación esquemática que los géneros *Liquidambar* y *Carpinus* muestran menor variabilidad y son más angostos, mientras que los géneros *Juglans* y *Fraxinus* muestran mayor magnitud y variabilidad, sobre todo en este último caso. Entre ambos pares de géneros es difícil discrepar entre uno u otro.

La variación de la altura multiseriada de los rayos (figura 69), manifiesta amplia variabilidad y muy poca diferencia entre las muestras de los distintos géneros, a lo más, con una observación minuciosa, puede apreciarse una menor magnitud y menor variabilidad de las muestras provenientes de los géneros *Carpinus* y *Fraxinus*.

Al realizar el análisis de significancia existente entre la variabilidad de las muestras de las especies que vegetan en México y las de Estados Unidos de América para cada uno de los caracteres medidos, se observó lo siguiente en la prueba de Student (figura 70). Para *Liquidambar macrophylla* O. y *Liquidambar styraciflua* L., se encontró

que no hay diferencia significativa entre ambas especies en los caracteres de longitud de los elementos de vaso, diámetro tangencial de vasos y altura multiseriada de rayos, ya que su nivel de confianza en estos casos es mayor del 99%. Sin embargo, entre la longitud de las fibras de ambas (figura 42-I), el nivel de confianza es menor del 50%, lo que origina una diferencia significativa entre ambas.

Para *Juglans pyriformis* Liebmann y *Juglans nigra* L., acontece algo similar a lo de las especies del género *Liquidambar*, sólo hay diferencia significativa en la longitud de las fibras (figura 51-I), en donde hay un nivel de confianza de menos del 50%.

Para *Carpinus caroliniana* Walt. de México y de Estados Unidos de América, en los caracteres de longitud de fibras y altura multiseriada de rayos no se encontró diferencia significativa para la especie en ambas localidades, no así para la longitud de los vasos (figura 54-I), cuya variación es significativa con niveles de confianza entre 50 y 90% (figura 47-II) ocurre lo mismo para el diámetro tangencial de vasos.

Para *Fraxinus uhdei* (Wenzig) Lingelsheim y *Fraxinus americana* L., se encontró un nivel de confianza de 99% para aseverar que no hay diferencia significativa entre las dimensiones de longitud de fibras, longitud de elementos de vaso y diámetro tangencial de los mismos, no así en la altura multiseriada de rayos (figura 48-II) en donde se encontró un nivel de confianza entre 50 y 90%.

6.6. Análisis de usos.

En base a las características anatómicas de *Liquidambar macrophylla* O., de bastante homogeneidad de madera temprana a madera tardía, con vasos que aunque abundantes, son de diámetro tangencial pequeño, difusos y bastante largos, así como fibras largas, de pared y lumen medianos y rayos pequeños, podemos inferir su comportamiento durante el secado sin dificultades en cuanto a la formación de rajaduras o deformaciones, estas últimas se presentaron en algunas tablillas que fueron cortadas en verde y cuyo hilo no era recto, variando a diagonal o entrecruzado y es de esperarse que cuanto mayor sea esta desviación del hilo, mayores serán las posibilidades de que se presenten estos defectos.

Cuando se procesa esta especie, sobre todo en su secado y almacenamiento, debe tenerse bastante cuidado ya que se observó que en muestras con las que no se tenía cuidado se presentaban manchados superficiales causados por hongos, esto puede abatir las características estéticas y calidad de la madera.

Aunque es una madera moderadamente dura y pesada, es bastante noble a ser trabajada, por otra parte, no contiene sílice, por lo que no se necesitan herramientas con filos especiales para ser trabajada. Por las características de su estructura son de esperarse buenas propiedades para ser laminada para la fabricación de cajas y embalajes, así como para la fabricación de chapa.

Sus características homogéneas y de buena trabajabilidad, hacen a esta especie apta para la fabricación de elementos torneados, relaciones para la industria textil, elaboración de marcos para cuadros, de implementos agrícolas y de aquellos elementos que requieran labrado fino y muy buen acabado. Actualmente la madera de *L. stynaciflua* L., se emplea en la fabricación de palillos y abatelenguas.

La madera de *L. macrophylla* O. tiene buena flexibilidad y resistencia al impacto y al desgaste por fricción, así como nulo astillado, por lo que es una madera ideal para usos donde se requiera una superficie resistente al desgaste por fricción como son las planchas de los muebles de las máquinas de coser, pasamanos, mesas, muebles, gabinetes, etc., donde además adquiere un acabado fino y agradable ya que acepta lacas, barnices y selladores con gran facilidad.

J. pyriformis Liebmann forma parte del grupo de maderas conocido comercialmente como nogal (abarca varias especies del género *Juglans*), que está considerado como madera preciosa por su bello color, lustre alto, veteado pronunciado en varias tonalidades de pardo, que aunados a ciertas orientaciones de los cortes proporcionan superficies bastante atractivas. Sus características histológicas denotan que debe —y de hecho tiene— excelente trabajabilidad, y la organización de sus elementos celulares debe proporcionarle notable estabilidad. Se ha usado principalmente con fines decorativos tales como caras exteriores de madera contrachapada, en recubrimientos de gabinetes, muebles e instrumentos musicales.

Sin lugar a dudas, estos usos son los más adecuados para la especie, sin embargo, en ellos sólo se emplea la parte comercial del fuste,

por lo que ramas gruesas y punta podrían ser usadas en la elaboración de piezas torneadas y artesanías y no como leña como actualmente sucede.

La madera de *C. caroliniana* Walt., con hilo recto y sin defectos y homogénea, es previsible que tenga bastante resistencia al desgaste, de acabado fino y no astillable. Por las dimensiones de sus elementos, es de esperarse una flexibilidad bastante buena y aunque dura, es bastante trabajable y de buen torneado; asimismo, es de esperarse un buen secado, sin problemas de grietas, hendiduras, colapsos o deformaciones.

La presencia de máculas medulares da a la madera de *C. caroliniana* Walt., áreas de menor resistencia, si se emplea esta madera en usos en que esté sometida a fuertes presiones mecánicas como son el impacto y la presión constante de una fuerza; este defecto puede corregirse si se hacen prácticas culturales periódicas en los bosques (fumigaciones). En algunos usos donde no se requieran cualidades de resistencia, las máculas pueden ser objeto decorativo, como en el caso de muebles, gabinetes, chapa, etc.

Defectos como alabeos, apanalamiento, acanalamiento y adiamantado, se presentan cuando el hilo no es recto y su intensidad será mayor cuanto mayor sea la desviación de las fibras. Por sus características anatómicas, es de esperarse que una vez que se obtiene su secado, su estabilidad dimensional sea buena, por lo que se puede recomendar para centros de madera contrachapada, muebles torneados y aquellos usos en donde no se requiera una madera vistosa.

Su uso se ha limitado a cercas y leña, por lo que se recomienda para la fabricación de muebles en áreas rurales ya que mediante el empleo de barnices adquiere un buen acabado.

C. caroliniana Walt. posee por lo general fustes cortos, por lo que sus usos deben ser encauzados hacia la elaboración de piezas pequeñas, como pueden ser tacones y hormas para la industria zapatera, por su resistencia al desgaste, buena trabajabilidad y acabado fino; también puede emplearse en la elaboración de piezas para la agricultura, arados, mangos de herramienta, etc., aunque es necesario para esto último hacer ensayos sobre resistencia.

F. uhdei (Wenzing) Lingelsheim, es una de las maderas con mejor trabajabilidad, toma un acabado bastante fino y agradable dada su

textura y apariencia uniforme, sus usos han sido enfocados hacia piezas que requieren torneado, con acabado fino y resistentes al desgaste y al impacto. Por lo general, se le ha usado en la industria zapatera para la fabricación de tacones y hormas, en la industria textil para diversos accesorios, así como para la elaboración de implementos agrícolas.

Dado su vistoso veteado, su ausencia de sílice y su susceptibilidad a ser laminada, puede emplearse en las caras exteriores de madera contrachapada; las piezas y trocería pequeñas pueden emplearse en la elaboración de artesanías y piezas pequeñas como juguetes y esculturas.

6.7. Propiedades de la madera en relación a los usos principales para las cuatro especies.

Un aspecto de gran trascendencia en la situación en que nos encontramos, radica en contestar la pregunta: ¿Es imprescindible considerar todas las características histológicas y anatómicas para cualificar una madera, o hay ciertos caracteres e información que puede ser considerada como índice de las propiedades de ellas?

En la siguiente discusión pretendemos sentar evidencias firmes de que la segunda opción es cierta, es decir, que hay una serie de características básicas que hacen posible que se cumplan los requerimientos ideales de la madera para tal o cual uso. Para ello, elegimos algunos de los usos sobresalientes y principales de la madera a los que se llegó en el apartado anterior para las cuatro especies estudiadas, estos usos se tratarán de manera general básica en dos bloques principales y en cada caso se mencionarán las situaciones particulares de cada caso, estos bloques son:

- a) Carpintería fina o ebanistería, en el que se mencionará a todo procesado de la madera posterior al seccionamiento de troncos en tablas o tablones y que conduzca a la formación de piezas a base de madera que pueden ser de una sofisticación diversa y con requerimientos también diversos, aquí tienen cabida muebles de acabado fino, implementos agrícolas, relaciones a industrias como la textil, zapatera, deportes, artesanías, mangos de herramientas, etc.

b) Madera laminada, en este bloque se mencionará al procesamiento de la madera para obtener piezas de superficies planas y angostas y cuya calidad y dimensiones determinan su uso; en este caso, se considera la fabricación de chapa, tanto de recubrimiento como de caras interiores de madera contrachapada, además incluye madera laminada para la fabricación de cajas de empaque y embalaje de muy diversa calidad.

6.7.1 Características estéticas.

Sin lugar a dudas, las características estéticas juegan un papel muy importante en la selección de especies para ser usadas con un fin determinado, sobre todo su color y veteado para emplearse en muebles decorativos, gabinetes, artículos torneados, artesanías y chapa, éste patrón de veteado y color se produce en las superficies de la madera es producido por los anillos de crecimiento, rayos, vasos, nudos, dirección del hilo, extractivos, etc.

En este caso, son *J. pyriformis* Liebmann y *F. uhdei* (Wenzing) Lingelsheim los que reúnen mejor éstos requisitos no así *Liquidambar macrophylla* O., y *C. caroliniana* Walt., cuyo veteado es muy suave y su color muy homogéneo.

En muebles, el hilo desviado en cualesquiera de sus tipos es aceptado porque da buena vista, sin embargo se requiere trabajar más la madera para evitar y eliminar astillamientos. Ninguna de las especies estudiadas posee olor que pudiera favorecer su uso, ni olor desagradable que pudiera limitar algunos usos como el de emplearse en cajas para almacenar artículos finos y delicados como perfumes, puros, joyería, alimentos frescos, etc.

6.7.2. Características celulares.

Sin lugar a dudas, para obtener alta calidad de productos durante el procesado en ebanistería y madera laminada, la situación ideal es poseer una estructura lo más homogénea posible, en donde la tasa de crecimiento y la depositación de pared secundaria a través de los incrementos anuales no sea demasiado contrastante, ello ocasiona una densidad más homogénea, este patrón se presenta en *L. macrophylla*

O., y en *C. caroliniana* Walt., que poseen porosidad difusa y poca diferencia entre madera temprana y madera tardía, la madera homogénea se trabaja y seca con mayor facilidad.

La homogeneidad es deseable en artículos que están expuestos al desgaste como pasamanos, pisos, superficies de mesas de máquinas de coser, etc.; para que el desgaste sea uniforme, asimismo, alta densidad, reditua en menor desgaste.

Las células de parénquima (axial y radial) son comparativamente más frágiles, dado el grosor menor de su pared celular por lo que si se presenta en agregados o bandas de tamaño considerable tienen lugar áreas de mayor fragilidad tanto durante el secado cuando tienen lugar los procesos de contracción, como durante su trabajado, ya que estas áreas dificultan el corte y por ser más frágiles se producen desgarramientos o fallas en las células sobre todo si se trata de bandas axiales de grosor considerable o rayos de gran altura y sobre todo notablemente anchos; dado a que los cortes de aserrado casi siempre se realizan siguiendo la longitud de los troncos, esta dirección coincide con la dirección de los elementos longitudinales en el hilo recto, al producir cortes radiales o tangenciales cuando los filos de las herramientas se mueven sobre estas áreas con células más frágiles se producen esfuerzos de tensión en sentido perpendicular a la dirección de corte, esto ocasiona hendiduras o rajaduras en las áreas más débiles en tensión, que son las áreas de parénquima, con ello se producen superficies ásperas y de mala calidad. Este evento no se presenta en las especies estudiadas ya que todas poseen rayos que aunque abundantes son bastante pequeños y angostos; a lo más *F. uhdei* (Wenzig) Lingelsheim parece presentar líneas de menor resistencia en la delimitación de anillos de crecimiento sucesivos ya que se presenta una banda terminal aunada a una porosidad notablemente anular; es por esto que el parénquima en este caso no ocasiona obstáculos.

La aparición de máculas medulares en *C. caroliniana* Walt. aparentemente no abate sensiblemente la resistencia de la madera y sólo se sugiere tomarlas en cuenta para usos en los que haya probabilidad de que ejerzan su influencia como en elementos sometidos a impactos constantes como pueden ser mangos de herramienta.

6.7.3. Orientación celular.

Sin lugar a dudas, la orientación de los elementos longitudinales o

hilo de la madera juega un papel muy importante debido a las distorsiones que se presentan durante el secado, así como por el acabado que se puede obtener de una superficie de acuerdo al ángulo en que se hayan cortado los elementos, este último caso es importante, sobre todo para madera laminada, dado a que su resistencia se abate cuanto mayor número de fibras son cortadas, este tipo de desviación se presenta en *Liquidambar macrophylla* O., sin embargo, su ángulo no es excesivo.

6.7.4. Materiales extracelulares.

Adicionados a la estructura de la pared celular de la sustancia madera, existe la presencia de materiales extracelulares como gomas, resinas, taninos, aceites esenciales, ceras, depósitos duros, sílice, cristales de carbonato de calcio, etc., que amenudo se relacionan a propiedades como color, olor y resistencia a la pudrición.

Las cuatro especies poseen gomas más o menos abundantes y sobre todo en *J. pyriformis* Liebmann y *F. uhdei* (Wenzling) Lingelsheim., que son de color más oscuro y donde contribuyen en el color y características estéticas.

6.7.5 Estabilidad dimensional.

Sin lugar a dudas, para ebanistería y madera laminada se requiere madera con cambios dimensionales bajos, ello proviene en general de maderas con baja gravedad específica, sin embargo, es factible emplear maderas más densas siempre y cuando no estén sujetas a grandes rangos de variación de humedad en el medio ambiente en que se encuentran cuando están en servicio.

6.7.6 Gravedad específica.

La gravedad específica es una característica física de la madera que repercute en las propiedades mecánicas y por ello afecta la utilidad de la madera. A medida que la gravedad específica se incrementa, se requiere más energía para su seccionamiento. Las especies estudiadas se considera tiene una densidad media a moderadamente alta, por lo que no deben presentar problemas al trabajarse.

6.7.7. Características de los fustes.

Hay una serie de eventos generales que también pueden considerarse como indispensables o al menos con una importancia relativa, sobre todo cuando en los usos asignados se requieren piezas de tamaños considerables, así para la elaboración de muebles se requieren diámetros y longitudes que no sean excesivamente pequeños, lo mismo acontece en troncos para la obtención de madera laminada y en ambos casos cuanto mayores son las dimensiones, mayores alternativas se tienen para conseguir las mejores figuras y vetados.

En el caso de las especies estudiadas, *L. macrophylla* O., *J. pyriformis* Liebmann y *F. uhdei* (Wenzig) Lingelsheim poseen fustes con buenos diámetros y longitudes, no así *C. caroliniana* Walt., del cual no se pudo determinar cuáles pueden ser las características a este respecto, ya que sólo se observaron en las áreas de colecta árboles con fustes no mayores de cuatro metros y por tanto de diámetros pequeños.

Al mismo tiempo, es de desearse que el tronco tenga una forma lo más cilíndrica posible y con la médula lo más cercana al centro geométrico, ya que cuando se presentan excesivas desviaciones tiene lugar un abatimiento en la producción, ya que hay pérdidas por la presencia de deformaciones en el crecimiento por madera de reacción, por combamiento del fuste, etc., este problema se presenta en *L. macrophylla* O., y *C. caroliniana* Walt., sobre todo cuando crecen en laderas de fuerte pendiente y donde tienden a formarse pequeños contraerres, formación de excentricidad por formación de madera anormal y presentar arqueamientos para compensar la inclinación del terreno.

La madera producida en estas condiciones es susceptible a presentar excesivas deformaciones, así como otros problemas durante su procesado como son el combamiento de la madera durante el aserrío ya que las piezas al irse seccionando tienden a doblarse hacia el corte y con ello prensar a la herramienta y obstruir el corte, otros problemas pueden ser deficiencias en el lijado y acabado.

Para la elaboración de madera laminada ya sea para chapa en *J. pyriformis* Liebmann y *F. uhdei* (Wenzig) Lingelsheim., o en éstas y en *L. macrophylla* O., para cajas de empaque ya sea finas o de tipo rústico, es necesario el tronco cilíndrico ya que excesiva conicidad causa problemas debido a que los productos son reducidos en grosor

y la conicidad ocasiona que durante el corte se produzca el seccionamiento del hilo con lo que se debilitan las piezas, asimismo, cuando el producto va a tener posteriormente un procesamiento de acabado fino pueden presentarse problemas en el cepillado, moldeado, labrado, acabado, etc., este tipo de problemas puede presentarse en *L. macrophylla* O.

Hay otras características de los troncos que pueden o no determinar la calidad de la madera, como son la presencia de nudos y corteza incluida, estos en algunos casos pueden ser motivo de mayor vistosidad sobre todo en muebles y artículos de acabado y decoración de interiores, sin embargo, en artículos torneados, implementos para industrias y en general en artículos para los que se requiera resistencia mecánica y resistencia al impacto, no es conveniente su presencia, de las especies estudiadas, considerando que los nudos son algo intrínseco al tronco de un árbol, ninguno parece tener nudos excesivos ni de gran tamaño, así sólo ocasionalmente en *J. pyriformis* Liebmann., se observó la presencia de corteza incluida.

A continuación se resumen las características que a nuestro juicio se cree conveniente evaluar y considerar para los principales usos sugeridos para las cuatro especies estudiadas, pero cabe resaltar que no son todos los que pueden considerarse, ni están en orden prioritario, ni significa que alternativas diferentes o diferencias ligeras del patrón presentado no puedan utilizarse y en algunos casos quizá hasta con resultados más satisfactorios:

Madera para chapa:

Fuste cilíndrico, vetado pronunciado, olor agradable, fibras largas, rayos medianos a pequeños, parénquima más bien difuso y escaso, densidad media, lustre alto, hilo recto aunque se pueden emplear otros tipos, alta maleabilidad, sin manchado de ningún tipo, ausencia de madera de reacción, contracciones bajas, trabajabilidad y acabado excelentes, etc.

Madera para cajas y embalajes:

Fuste cilíndrico a semicónico, densidad media, porosidad difusa, anillos inconspicuos o semiconspicuos, hilo recto, fibras largas, rayos

pequeños, extractivos no volátiles o no solubles o bien de preferencia ausentes, buena resistencia al impacto, buena resistencia a la extracción de clavos y fácil de clavar, estabilidad dimensional alta, no astillable, se tolera en algunos casos el acabado deficiente, etc.

Madera para elementos torneados:

Fibras medianas a largas, vasos de tamaño variable, rayos cortos, acabado excelente, alta resistencia al desgaste, nula o baja estabilidad, alta resistencia mecánica, alta resistencia al impacto, densidad media a alta, etc.

Madera para muebles:

Fuste largo, puede aceptarse fuste cónico o cilíndrico, fibras grandes y gruesas, vasos medianos a grandes, rayos grandes a medianos, densidad media, resistencia mecánica moderada, vetado pronunciado, trabajabilidad excelente, acabado excelente, lustre alto, porosidad anular, extractivos abundantes siempre y cuando no sean de olor desagradable, etc.

Madera para palillos y abatelenguas:

Homogeneidad de sus elementos, nula astillabilidad, excelente trabajabilidad, insípida, excelente acabado, maleabilidad excelente, ductibilidad excelente, densidad baja a moderadamente baja, paredes celulares delgadas, vasos angostos, rayos pequeños, fibras medianas a cortas y finas, sin extractivos o si se presentan que sean no solubles ni volátiles, hilo recto, etc.

Madera para mangos de herramientas e implementos agrícolas:

Hilo recto, vasos pequeños, rayos angostos, fibras largas, paredes celulares moderadamente gruesas, densidad moderadamente alta, alta estabilidad dimensional, resistencia al impacto elevada, ausencia de madera de reacción, durabilidad alta, moldeado excelente, nula o escasa astillabilidad, etc.

Madera para artesanías:

Fustes cortos, rayos medianos a grandes, vasos grandes, fibras de tamaño variable, veteado pronunciado, extractivos abundantes, alta estabilidad dimensional, excelente trabajabilidad, etc.

6.8. Comentarios sobre los métodos de evaluación.

Comentamos a continuación los distintos métodos estadísticos empleados en este trabajo, así como la precisión que cada uno de ellos puede transmitir a los resultados y conclusiones.

El método de curvas de histogramas de frecuencia es un método que nos dice la estructuración y distribución de frecuencias en cada clase y para cada una de las muestras particulares; con la superposición de curvas puede apreciarse la variabilidad entre muestras diferentes, sin embargo no puede determinarse si la diferencia es o no significativa.

El método de variación por significancia es un procedimiento con bastante precisión ya que considera la variabilidad existente alrededor de las medias aritméticas a valores de variación a tres errores normales, con este método se pueden comparar muestras de una misma especie o de diferentes y sus limitaciones radican en que sólo se pueden considerar a la vez dos muestras cuya población de datos sea igual.

El sistema de variabilidad mediante análisis de varianza es quizá el método más fino para determinar el efecto de la variabilidad de muestras intra e interespecifica sobre todo cuando se hace uso de computadora como en este caso, y donde para cada evento es factible obtener con gran precisión la confiabilidad del caso, una desventaja del método radica en la imposibilidad inmediata de determinar qué muestra o muestras son las que influyen en mayor o menor medida en los resultados, esto es factible de determinar por métodos como el de comparación de rangos de variación; sin embargo, este método es bastante útil ya que mediante el ordenamiento adecuado de los datos se puede elucidar el efecto de variabilidad entre muestras de alturas, posiciones, árboles y localidades diferentes.

El método de rangos de variación es útil, ya que nos dice cuanto varía una muestra de las demás, sin embargo, su limitación radica en que no nos dice si las diferencias son significativas o se deben a

eventos del azar, esto es obtenido mediante la aplicación de la prueba de Student.

Por lo que se puede ver, realizar evaluaciones mediante el empleo de varias y diversas metodologías es bastante fructífero, ya que mediante el empleo de varios métodos, alguno de ellos puede poner de manifiesto claramente y por tanto ser susceptibles a escapar de la evaluación.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones.

- a) *Liquidambar macrophylla* O., *Juglans pyriformis* Liebmann., *Carpinus caroliniana* Walt., y *Fraxinus uhdei* (Wenzig) Lingelsheim, alternativa de considerar o no la factibilidad de substitución de tienen buenas características histológicas que las hacen susceptibles de ser utilizadas comercialmente y pueden llegar a substituir a las especies de importación, el nienos para ciertas industrias.
- b) Dependiendo de la precisión del método estadístico, resulta la alternativa de considerar o no la factibilidad de substitución de las especies que se importan por las que vegetan en México.
- c) En una generalización del comportamiento de las dimensiones de la longitud de fibras, longitud de vasos, diámetro tangencial de vasos y altura multiseriada de rayos para las cuatro especies se concluye:
 - i. No hay diferencia en las dimensiones entre árboles de una misma especie.
 - ii. Entre árboles pertenecientes a especies diferentes de un mismo género si hay diferencia significativa a niveles de confianza altos, a niveles de confianza no muy altos no hay diferencia significativa.
 - iii. En muestras dentro de un mismo árbol a distintas alturas si hay un efecto de posición.
 - iv. En muestras dentro de un mismo árbol a distintas distancias de la médula no hay un efecto de posición.

- v. En muestras dentro de un mismo árbol en un efecto combinado altura-distancia a la médula, si hay un efecto de posición.
- d) Para *Liquidambar macrophylla* O., y *Liquidambar styraciflua* L., a nivel de confianza de 95% mediante el método de significancia, se encontró que unas veces había diferencia entre ambas y en otras no, y por el método de Student, a nivel de confianza de 99%, se encontró que sólo había significancia para la longitud de fibras, algo muy semejante ocurrión para *Juglans pyriformis* Liebmann y *Juglans nigra* L., en ambos casos la especie de México muestra menor variabilidad.
- e) Para *Carpinus caroliniana* Walt., de Estados Unidos de América y de México, se encontró a nivel de confianza de entre 50 y 90% diferencias significativas en el diámetro tangencial de los elementos de vaso y donde la muestra de Estados Unidos de América muestra mucho mayor variabilidad, para los otros caracteres no se encontró diferencias significativas a nivel de 99%.
- f) Para *Fraxinus uhdei* (Wenzig) Lingelsheim, y *Fraxinus americana* L., sólo se encontraron diferencias significativas a nivel de confianza de entre 50 y 90% para la altura de la porción multi-seriada de rayos, para los demás caracteres no se encontraron diferencias significativas a nivel de 99%.
- g) Es ventajoso y conveniente emplear varios métodos estadísticos a la vez para obtener evaluaciones más completas y minuciosas.
- h) *Liquidambar macrophylla* O., *Juglans pyriformis* Liebmann, *Carpinus caroliniana* Walt., y *Fraxinus uhdei* (Wenzig) Lingelsheim, son susceptibles de substituir respectivamente a *Liquidambar styraciflua* L., *Juglans nigra* L., *Carpinus caroliniana* Walt., y *Fraxinus americana* L., para los usos en que se emplean actualmente estas últimas especies.
- i) *Liquidambar macrophylla* O., se recomienda para ser usada en la fabricación de cajas para empaque y embalaje, chapa, implementos agrícolas, muebles para máquinas de coser, pasamanos, muebles, gabinetes. etc.
- j) *Juglans pyriformis* Liebmann, reúne características para ser usada en decoración de interiores, chapa, lambrín, duela fina, recubrimiento de gabinetes, muebles finos, etc.
- k) *Carpinus caroliniana* Walt., es susceptible de ser considerada como madera comercial y ser empleada en la fabricación de implementos

agrícolas, muebles rurales, capas interiores de madera contrachapada, artículos torneados, etc.

- 1) *Fraxinus uhdei* (Wenzig) Lingelsheim, reúne características para que se siga empleando en tacones y hormas de zapatos, chapa, artesanas, artículos de acabado fino, bates de beisbol, muebles finos, recubrimientos de gabinetes, mangos de herramienta, etc.

7.2. Recomendaciones

1. Es importante unificar métodos de evaluación de las características xilotecnológicas de las especies que vegetan en México, en base a criterios y formatos unificados, pero a la vez flexibles, que cada vez se vayan perfeccionando y mejorando de acuerdo a las experiencias y necesidades que vayan surgiendo. Ello es importante porque es manifiesto a través de las diferentes publicaciones de xilotecnología en México en que se emplean distintas nomenclaturas, nomenclaturas poco precisas, o bien hay confusión de términos, sobre todo durante su traducción; se interpreta de distinta manera a un mismo término o a un término se le dan distintas acepciones; cabe resaltar que con la unificación de criterios no se pretendería de ninguna manera limitar las posibilidades e iniciativa de quienes trabajan en el área de xilotecnología, sino todo lo contrario, se pretendería tener elementos de juicio para poder realizar estudios comparativos, revisiones bibliográficas, análisis integrales, etc. Esto se podría lograr mediante el establecimiento de una revisión bibliográfica y un análisis de la nomenclatura, significado, forma de evaluación, características de cada estructura, sus variantes, origen, dimensiones, esquemas, fotografías, etc., para todos y cada uno de los caracteres empleados en xilotecnología, esto puede tener sus bases en la nomenclatura propuesta por la International Association of Wood Anatomists y donde se vea que haya deficiencias o carencias, proponer criterios y formatos para obtener evaluaciones completas de cada especie; posteriormente proponer y dar a conocer un formato en el que se pueda vertir toda la información.
2. Es necesario elucidar métodos de muestreo en los que con un mínimo de costo de operación de investigación, como de material y tiempo, se obtengan índices confiables. Para ello y basándose

tanto en los resultados del presente trabajo como en la necesidad actual de nuestro medio de hacer extensivas las investigaciones, se considera que la máxima eficiencia para obtener dichos índices específicos con una confiabilidad bastante aceptable, es suficiente tomar una muestra por especie de madera adulta y tomada a la altura del pecho y en la cual se realicen no más de cien no menos de cincuenta mediciones para cada carácter, siempre y cuando las mediciones se realicen completamente al azar.

3. Es conveniente realizar repoblaciones en área de bosque caducifolio desforestadas con por lo menos estas cuatro especies, cuyas características dan elementos de juicio suficientes como para ser consideradas en repoblaciones de masas forestales de bosques de varias especies. El procedimiento a seguir podría ser, con gran variedad de alternativas, ya sea siguiendo los métodos tradicionales de repoblación o bien introduciendo innovaciones o sistemas mixtos, entre estos últimos podrían realizarse repoblaciones cimentadas en la regeneración natural de bosques, dado a que se observó que las cuatro especies tienen a priori buenas características para ello.
4. *Juglans pyriformis* Liebmann, puede establecerse en plantaciones y repoblaciones y explotarse con doble finalidad: explotación de su madera y de su fruto, este último de buenas características que pueden mejorarse si se efectúan prácticas culturales adecuadas tales como mejoramiento genético, selección de progenitores, etc.; asimismo, podrían establecerse tanto plantaciones mixtas uniespecíficas dedicadas a uno o a ambos fines; para cada uno de estos casos, es conveniente realizar estudios a fondo para decidirse por la alternativa más óptima tanto ecológica como social y económicamente.
5. Es importante determinar cuál es la mejor alternativa de uso de suelo, de acuerdo a áreas de pequeña y mediana extensión, sin embargo, hay lugares como áreas de gran pendiente, cañadas, vegas de ríos, etc., en donde no es necesario realizar evaluaciones ya que de antemano es de esperarse que ni la agricultura de ciclos cortos, ni la ganadería pueden garantizar a largo plazo un mejor rendimiento del recurso suelo y sólo la agricultura de ciclos largos (plantaciones forestales) da más alternativas a la conservación de los recursos.

6. Es necesario realizar estudios socioeconómicos al plantear las alternativas de manejo de recursos forestales para determinar cuál va a ser la repercusión que el uso de recursos naturales pueda tener, sobre todo a nivel regional, saber a cuánta gente y cómo la va a beneficiar, cuál va a ser el beneficio social y económico; esto no se traduciría en una justificación sino que serían los elementos de juicio sobre los cuales se cimentaría la política forestal.
7. Es necesario promover y fomentar en calidad y cantidad la formación de personal calificado a todos niveles, promover cursos, seminarios, estudios de grado, congresos, reuniones, etc., en donde se motive a la gente a avocarse a la rama de tecnología de la madera.
8. Es conveniente promover el establecimiento de una efectiva ley forestal que sea operable en todas las regiones fitogeográficas y que contemple toda la problemática que presenta el área forestal y donde el objetivo primero sea el verdadero uso, conservación y fomento de estos recursos; esto sólo se logrará en la medida en que se hagan cumplir de manera efectiva todas y cada una de las leyes forestales, así como en la medida en que estas leyes tengan una visión ecológica y social.
9. Se sugiere realizar estudios de recopilación bibliográfica en donde se puedan hacer evaluaciones en base a criterios de los distintos autores, esto se puede lograr mediante el establecimiento de sistemas de recuperación y manejo de información en xilotecología, en donde se pueden emplear sistemas tales como el uso de computadoras; así mediante el conocimiento pasado y presente, se puedan tomar alternativas al enfoque futuro de las líneas de investigación en esta rama científica de acuerdo a las necesidades y realidades del país.

El conocimiento profundo y preciso de los recursos forestales, su aprovechamiento y conservación basados en el impulso de la investigación científica y el conocimiento técnico de los bosques y selvas, son el arma más fuerte para afrontar la situación de los recursos forestales, y sólo en la medida en que esto se logre, con igual o mayor magnitud, se vislumbrará la meta que todos anhelamos: la optimización de la dimensión ecológica.

8. RESUMEN

En este trabajo se realizó un estudio anatómico comparativo entre *Liquidambar macrophylla* O., *Juglans pyriformis* Liebmann, *Carpinus caroliniana* Walt. y *Fraxinus uhdei* (Wenzing) Lingelsheim que vegetan en México y *Liquidambar styraciflua* L. *Juglans nigra* L., *Carpinus caroliniana* Walt. y *Fraxinus americana* L., que vegetan en Estados Unidos de América.

Tuvo como finalidad el realizar las descripciones de dichas especies, comparar las características de ambos grupos mediante el empleo de seis métodos de evaluación en los datos obtenidos para muestras provenientes del material colectado, cada uno de los métodos complementario de los demás; se determinó la variabilidad intraespecífica, variabilidad entre localidades, variabilidad a dos alturas del fuste y variabilidad a distintas distancias de la médula para cuatro características anatómicas mensurables: longitud de fibras, longitud de vasos, diámetro tangencial de vasos y altura de la porción multiseriada de los rayos.

Se complementa el trabajo con la evaluación y proposición de usos para las cuatro especies mencionadas que vegetan en México.

9. LITERATURA CITADA

- ACOSTA, M. del R. (1964). Análisis Químico y estudio de algunas de las características anatómicas de veintitrés especies de madera. Tesis. Inst. Méx. de Inv. Tecnol. Sección de Celulosa y Papel. México, 57 pp.
- ARKIN, H. y R. R. COLTON (1950). An outline of statistical methods. Barnes and Noble. New York. 402 pp.
- BARAJAS, J. y R. ECHENIQUE-MANRIQUE. (1976). Anatomía de maderas de México. No. 1. Doce especies de Jalisco y Veracruz. Publ. Inst. Invest. Rec. Bioticos (Biotica) 1 (2) :29-70.
- BARCENAS, G. M.; J. F. CASTAÑEDA y J. R. ROMERO. (1978). El diseño de la habitación de interés social en madera. En base al estudio de ocho especies maderables de la selva Lacandona. Tesis, Facultad de Arquitectura, Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver. Tomos I y II.
- BIOMED. (1970). Paquete de Programas.
- BRAZIER, J. D. y G. L. FRANKLIN (1961). Identification of Hardwoods. A microscope key. For. Prod. Res. Bull. No. 46. London, 96 pp.
- CARDENAS, E. (1971). Estudio anatómico de la madera de ocho especies de leguminosas. Tesis. Esc. Nac. Cienc. Biológicas. Instituto Politécnico Nacional, México, D. F. 54 pp.
- CHALK, L y M. M. CHATTAWAY. (1934). Factors affecting dimensional variations of vessel members. Trop. Woods, 41:17-37.
- CHARGOY, A. y M. ENRIQUEZ. (1967). Determinación de las propiedades físico-mecánicas de la madera de *Pinus pseudostrubus* Lindl. como material de construcción. Tesis. Esc. Militar de Ingenieros. México, D. F. 197 pp.
- CHIANG, F. (1970). La vegetación de Córdoba, Veracruz. Tesis, Facultad de Ciencias. U.N.A.M. México, D. F. 37 pp.
- CHOW, P. (1971). Fiber length variation in the bole of an eccentric Sweetgum tree. For. Sci. 17 (2):186-189.
- DAVALOS, R., F. F. WANGAARD y R. ECHENIQUE-MANRIQUE. (1977). Clasificación de la madera de pinos mexicanos, Serie Madera y su uso en la Construcción No. 2. Instituto de Investigaciones sobre Recursos Bioticos, Xalapa, Ver. 26 pp.

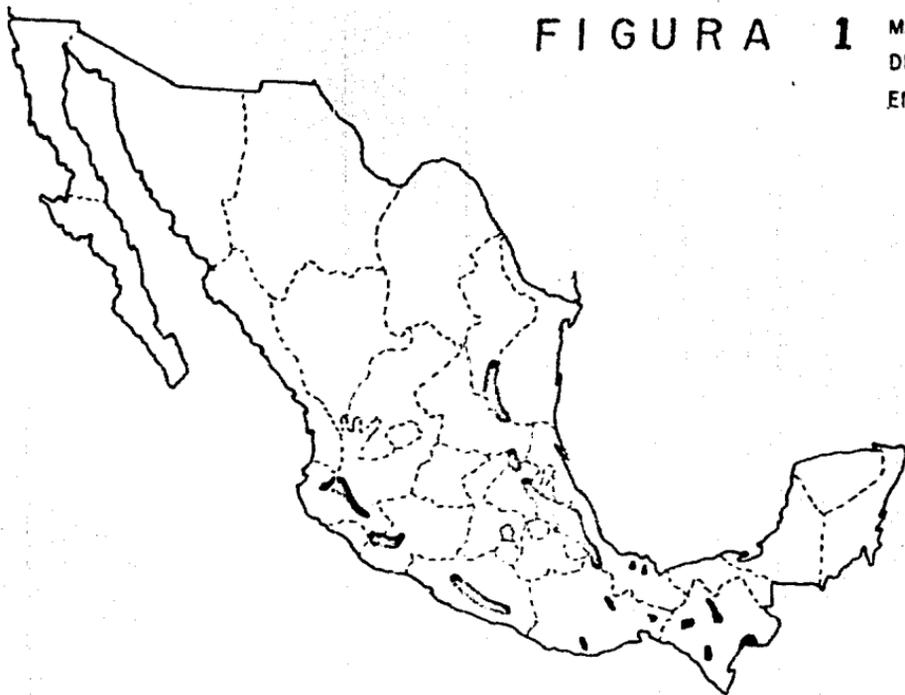
- DE LA PAZ, C. (1974). Anatomía de la madera de cinco especies de encinos de Durango. Bol. Tec. Inst. Nac. Invest. For. México No. 43. 35 pp.
- . (1976). Características anatómicas de cinco encinos de México. Bol. Tec. Inst. Nac. Invest. For. México No. 46. 43 pp.
- y R. SALINAS. (1977). Prueba rápida de laboratorio indicadora de resistencia a pudrición de dos especies de encinos. México, D. F. Ciencia Forestal 2 (6):3-19.
- y Ma. e L. AGUILAR (1978). Diferencias morfológicas externas y anatómicas de la madera de los encinos blancos y rojos. Bol. Tec. Inst. Nac. Invest. For. México No. 59. 19 pp.
- DESCH, H. E. (1973). Timber. Its structure and properties. Mac Millan Press L.T.D. Fifth Ed. Great Britain. 424 pp.
- DIAZ, V. (1950). Métodos de ensayo para determinar las propiedades físicas y mecánicas de la madera. Tesis. Esc. Nac. de Agricultura. Chapingo, México. 119 pp.
- ECHENIQUE-MANRIQUE, R. y V. DIAZ, (1969). Algunas características tecnológicas de la madera de once especies mexicanas. Bol. Tec. Inst. Nac. Invest. For. México No. 27. 61 pp.
- . (1970). Descripción, características y usos de veinticinco maderas tropicales mexicanas. Cámara Nacional de la Industria de la Construcción. Serie Maderas de México. 327 pp.
- y J. BECERRA. (1972). Algunas características físico-mecánicas de la madera de tres especies de la cordillera neovolcánica. Nota Técnica. Inst. Nac. Invest. For. México No. 6. 7 pp.
- ; J. BARAJAS; L. M. PINZON y V. PÉREZ. (1975). Estudio botánico y ecológico de la región del río Uxpanapa, Veracruz, No. 1. Características tecnológicas de la madera de diez especies. Programa Nacional Indicativo de Ecología Tropical. CONACYT. 65 pp.
- FERNALD, M. L. (1931). Specific segregations and identities in some floras of eastern North America and Old World. Rhodora. 33-25-63.
- FLAMAND, R. J. L. (1965). Etude botanique et Technologique de trois essences forestieres tropicales. Tesis. Institut Agronomique de L'etal Gembloux. 53 pp.
- FLORES, J. L. (1968). Anatomía de la madera de tres especies tropicales mexicanas. Bol. Tec. Inst. Nac. Invest. For. México No. 24. 13 pp.
- FORS, A. J. (1957). Maderas cubanas. 4a. ed. Ed. Ministerio de Agricultura, La Habana. 162 pp.
- GARCIA, O. (1944). Estudio comparativo de las propiedades mecánicas de algunas de las especies más comunes en los bosques tropicales del istmo de nuestro país y su posible aprovechamiento industrial. Tesis. Esc. Nac. de Agric. Chapingo, México. 77 pp.
- GARCIA, G. (1948). Resistencia relativa de algunas maderas tropicales mexicanas a hongos xilófagos. Tesis. Facultad de Química. U.N.A.M.
- GARCIA, E. (1964). Clasificación de climas, Modificación al sistema Köppen. Adaptado a la República Mexicana. Talleres offset Larios, S. A. México, D. F. 71 pp.
- GOMEZ, B. (1959). Estructura anatómica e histológica de un grupo de

- veintim especies del bosque chiapaneco, México. Inst. Méx. de Inv. Tec. Vol. II. 199 pp.
- GOMEZ-POMPA, A. (1965). La vegetación de México, Bol. Soc. Bot. México. 29:76-120.
- GOMEZ-POMPA, A. (1965). Estudios botánicos en la región de Misantla, Veracruz. Publ. Inst. Mex. Rec. Nat. Renov. México. 173 pp.
- GOMEZ, M. rel S.; R. ECHENIQUE-MANRIQUE y R. SALINAS. (1969). Índices de laboratorio sobre resistencia de la madera a la pudrición en once especies forestales mexicanas. Bol. Tec. Inst. Nac. Invest. For. México. No. 31. 40 pp.
- GOMEZ, B. G. (1977). Anatomía de la madera y corteza de *Bursera longipes* y *Bursera copalifera* Tesis. Universidad Autónoma de Morelos. Escuela de Biología. Cuernavaca, Mor. 70 pp.
- GURIDI, L. I. (1968). Anatomía de la madera de cinco especies tropicales de importancia económica. Tesis. Facultad de Ciencias, U.N.A.M. México, D. F. 34 pp.
- GURIDI, L. I. (1978). Estudio comparativo de la anatomía de la madera de algunas sapotáceas mexicanas. Ciencia Forestal 3(11):13-34.
- HERRERA, J. E. BARRETO y A. HERRERA. (1976). Zapatas de maderas mexicanas para el sistema de frenos del Metro, Ciencia Forestal 1(1): 30-41.
- HERRERA, J. A. (1977). Preservación de maderas por métodos sencillos y de bajo costo. Ciencia Forestal 2(8): 25-49.
- HUERTA, J. (1963). Anatomía de la madera de doce especies de coníferas mexicanas, Bol. Tec. Inst. Nac. Invest. For. México. No. 8. 53 pp. (reimpreso en Bol. No. 51, 1976).
- y J. BECERRA. (1976). Anatomía macroscópica y algunas características físicas de diecisiete maderas tropicales mexicanas. Bol. Div. Inst. Nac. Invest. For. México No. 46. 61 pp.
- (1976). Notas sobre Anatomía de maderas en relación al secado. Ciencia Forestal 1(1): 42-53.
- JANE, F. W. (1970). The structure of wood. Adam & Charles Black 2d. ed. London 478 pp.
- KRIBS, D. A. (1968). Comercial foreign woods on the American market. Dover Publ. Inc. New York. 241 pp.
- LEGISLACION FORESTAL (1977). Leyes y códigos de México. Ed. Porrúa, S. A. México, D. F. 400 pp.
- MANCERA, O. (1956). Contribución al conocimiento de la anatomía de algunas especies de pinos mexicanos. Inst. Inv. For. México. 79 pp.
- MC. VAUGH, R. (1943). The vegetation of granitic flat-rocks of southeastern United States. Ecological Monogr. 13:120-166.
- MIRANDA, F. y A.J. SHARP. (1950). Characteristica of vegetation

- in certain temperate regions of eastern México. *Ecology* 31 (3):313-333.
- (1952). La vegetación de Chiapas. Vols. I y II. Ediciones del Gobierno de Chiapas, Tuxtla Gutierrez, Chis. México.
- y E. HERNANDEZ. (1963). Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Bol. Soc. Bot. México*. 28:29-179.
- NEGRETE, J. L. (1970). Algunas características físicas y anatómicas de la madera de cuatro especies de encino (*Quercus*) del Estado de Michoacán. Tesis. Esc. Nac. Agric. México. 65 pp.
- NOVELO, G.J. (1964). Posibles aplicaciones de la madera de cuatro especies tropicales con base en sus propiedades físicas y mecánicas. Tesis. Esc. Nac. Agricultura. Chapingo, México. 42 pp.
- OBREGON, M.C. (1971). Cultivo e identificación de hongos habitantes en la madera. Tesis. Facultad de Ciencias. U.N.A.M.
- y R. ECHENIQUE. (1974). Identificación de hongos habitantes en postes de madera. *An. Inst. Biol. Univ. Nal. Auton. México* 45, serie botánica (1):11-20.
- ORTEGA, M. (1958). Estructura anatómica e histológica de un grupo de veintiocho especies del bosque chiapaneco. Tesis. Inst. Méx. de Inv. Tecnol. Vol. I. México, D. F. 273 pp.
- ORTEGA, J. (1962). Propiedades físicas y mecánicas de la madera de *Abies religiosa* (H.B.K.) Schl. et. Cham. y *Pinus Hartwegii* Lindl. Esc. Nal. Agr. Chapingo, México.
- OSTLE, B. (1965). Estadística aplicada. Ed. Limusa-Wiley S. A. México, D. F. 629 pp.
- PANSHIN, A.J. y C. DE ZEEUW. (1970). Textbook of Wood Technology. Vol. I. Mc. Graw-Hill Book Company. New York. 643pp.
- PENNINGTON, T.D. y J. SARUKHAN. (1968). Manual para la identificación de los principales árboles tropicales de México. Inst. Nac. Invest. For. S.A.G. Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la Alimentación. México. 413 pp.
- PEREZ, V.; L.M. PINZON y R. ECHENIQUE-MANRIQUE. (1977). *Bol. Soc. Méx. Mic.* 11:99-109.
- ; G. HERAS y R. ECHENIQUE-MANRIQUE. (1977). Riego a la pudrición de la madera en diferentes climas de México. Serie Madera y su uso en la construcción. No. 1. Xalapa, Veracruz. INIREB. II pp.
- PINZON, L.M. (1972). Ensayo de preservadores para madera contra las. U.N.A.M. México, D. F. 74 pp.

- hongos que causan la pudrición. Tesis profesional. Facultad de Ciencias y R. ECHENIQUE-MANRIQUE. (1974). Ensayo sobre toxicidad de cuatro preservadores para madera sobre algunos hongos xilófagos. An. Inst. Biol. Univ. Nal. Auton. México 45 Ser. Botánica (1): 57-74.
- y — (1976). Preservadores a base de cromo y arsénico, su fijación en la madera y su efecto sobre hongos xilófagos. Bol. Div. Inst. Nac. Invest. For. México. No. 39 16 pp.
- QUINONES, J.O. (1974). Características físicas y mecánicas de la madera de cinco especies mexicanas. Bol. Tec. Inst. Nac. Invest. For. México No. 42. 19 pp.
- RUIZ, M.D. (1968). Anatomía de la madera de cinco especies de pináceas mexicanas. Tesis. Facultad de Ciencias. U.N.A.M. México, D. F. 49 pp
- REBOLLAR, S. (1977). La madera de *Abies firmifolia* Fernald. y sus usos. Ciencia Forestal 2 (8): 51-63.
- SANCHEZ, V.G. (1968). Estudio estadístico de la variación de la longitud, el grosor y el diámetro de las fibras leñosas de *Fraxinus uhdei* (Wenzing) Lingelsheim. Tesis. Facultad de Ciencias. U.N.A.M. 97 pp.
- SANCHEZ, M. y R. DAVALOS (1976). Características mecánicas de tres especies de pino y su uso en estructuras con madera en rollo (postes). Tesis. Facultad de Ingeniería, U.N.A.M. México, D. F. 168 pp.
- SNEDECOR, G.W. y W.G. COCHRAN. (1975). Métodos Estadísticos. 3a. reim. C.E.C.S.A. México, D. F. 703 pp.
- SPIEGEL, M.R. (1970). Estadística. Mc. Graw-Hill Book. Co. México, D. F. 357 pp.
- STERN, W.L. y S. GREENE (1958). Some aspects of variation in wood. Trop. Woods. 108:65-71.
- TORRES, R. (1970). Descripción macroscópica comparativa de veinticinco especies de madera tropicales de importancia económica. Tesis. Esc. Nac. Agric. Chapingo, México. 109 pp.
- TORTORELI, L.A. (1956). Maderas y bosques argentinos. ACME. Buenos Aires, Argentina. 910 pp.
- TSOUMIS, G. (1968). Wood as raw material. Source, Structure, Chemical Composition, Growth, Degradation and Identification. Pergamon Press. Oxford. 276 pp.
- VOGELMANN, H.W. (1973). Fog precipitation in the cloud forest of eastern México. Bioscience 23 (2): 96-100.

FIGURA 1 MAPA DE DISTRIBUCION
DE BOSQUE CADUCIFOLIO
EN MEXICO.



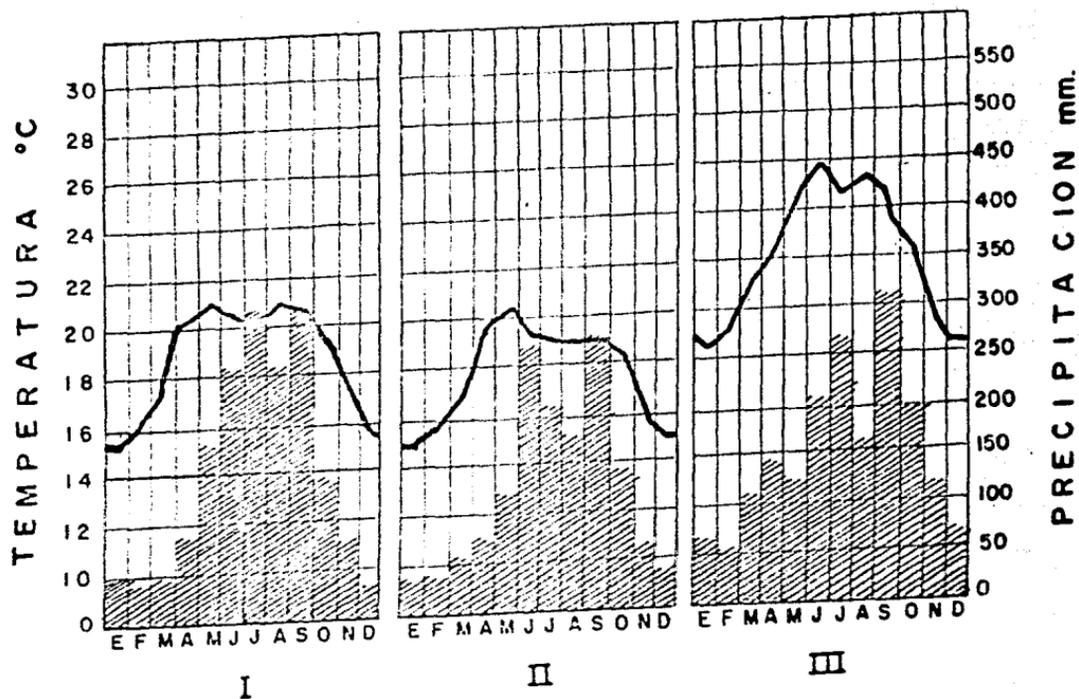


FIGURA 2

GRAFICAS DE TEMPERATURA Y PRECIPITACION EN AREAS CERCANAS A LOS LUGARES DE COLECTA DE ACUERDO AL SISTEMA KÖPPEN MODIFICADO POR GARCIA (ADAPTADO DE DETENAL-UNAM, PLANO CLIMAS VERACRUZ 14Q-VI, 1970)
 I.- TOTUTLA II.- XALAPA III.- YECUATLA

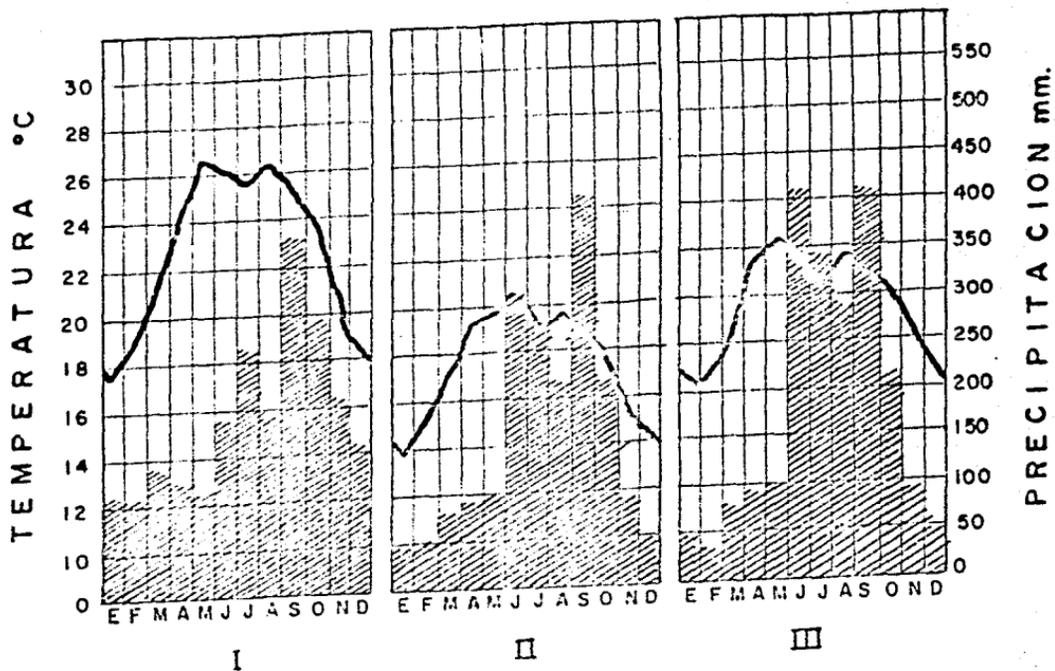
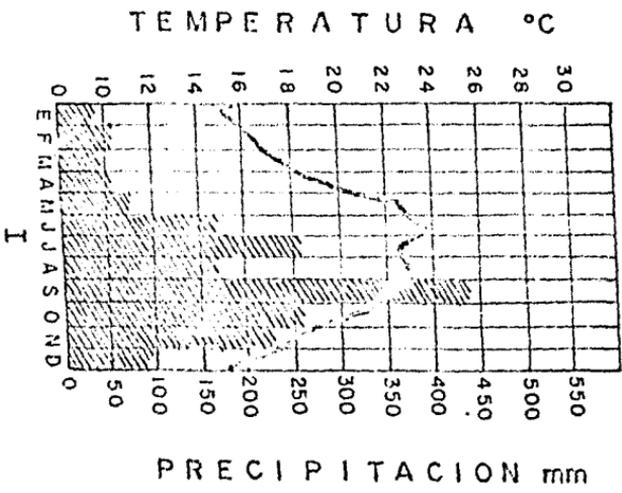


FIGURA 3

GRAFICAS DE TEMPERATURA Y PRECIPITACION EN AREAS CERCANAS A LOS LUGARES DE COLECTA DE ACUERDO AL SISTEMA KÖPPEN MODIFICADO POR GARCIA (ADAPTADO DE DETENAL-UNAM, PLANO CLIMAS VERACRUZ 14Q-VI, 1970)
 I.- MISANTLA II.- NAOLINCO III.- TEOCOLO

FIGURA 2



I - ALTOTONGA

GRAFICAS DE TEMPERATURA Y PRECIPITACION EN AREAS CERCANAS A LOS LUGARES DE COLECTA DE ACUERDO AL SISTEMA KÖPEN MODIFICADO POR GARCIA (ADAPTADO DE DETENAL-UHNAH, PLANO CLIMAS VERACRUZ 140-XI, 1970)

LOCALIDAD	ESTACION	TEMP MEDIA ANUAL *	PRECIPITACION MEDIA ANUAL *	CLAVE CLIMA
TOTUTLA	30-042	18.8 °C	1745.8 mm.	(A) C (m) b (i') g
XALAPA	30-049	17.9 °C	1514.8 mm.	C (fm) b (i') g
YECUATLA	30-053	22.2 °C	1719.2 mm.	Af (m) (e)
MISANTLA	30-067	22.7 °C	2275.5 mm.	(A) C (fm) w ^a (e)
NAOLINCO	30-074	17.3 °C	1906.8 mm.	C (fm) b (i')
ALTOTONGA	30-102	20.0 °C	1886.2 mm.	(A) C (fm) a (e)
TEOCELO	30-125	19.6 °C	2182.9 mm.	(A) C (m) a (i') g

(A) C SEMICALIDO, EL MAS CALIDO DE LOS TEMPLADOS C CON TEMPERATURA MEDIA ANUAL $> 18^{\circ}\text{C}$ Y LA DEL MES MAS FRIO $< 18^{\circ}\text{C}$

C (fm) TEMPLADO HUMEDO CON LLUVIAS TODO EL AÑO, % DE LLUVIA INVERNAL < 10 Y PRECIPITACION DEL MES MAS SECO > 40 mm.

Af (m) CALIDO-HUMEDO CON LLUVIAS TODO EL AÑO, PRECIPITACION DEL MES MAS SECO > 60 mm. , % DE LLUVIA INVERNAL CON RESPECTO A LA ANUAL < 18

b VERANO FRESCO LARGO, TEMPERATURA MEDIA DEL MES MAS CALIENTE ENTRE 6.5 y 22°C

a VERANO CALIDO, TEMPERATURA MEDIA DEL MES MAS CALIENTE $< 22^{\circ}\text{C}$

(i') PARA OSCILACION DE LAS TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES ENTRE 5°C y 7°C

(e) MUY EXTREMOSO, OSCILACION $> 14^{\circ}\text{C}$

g MES MAS CALIDO ANTES DE JUNIO.

FIGURA 5

DATOS CLIMATICOS DE LAS 7 ESTA -
CIONES CLIMATICAS MAS CERCANAS
A LOS LUGARES DE COLECTA.
(KÖPPEN MODIFICADO POR GARCIA,
1964) * DATOS PROMEDIO DE 10 AÑOS

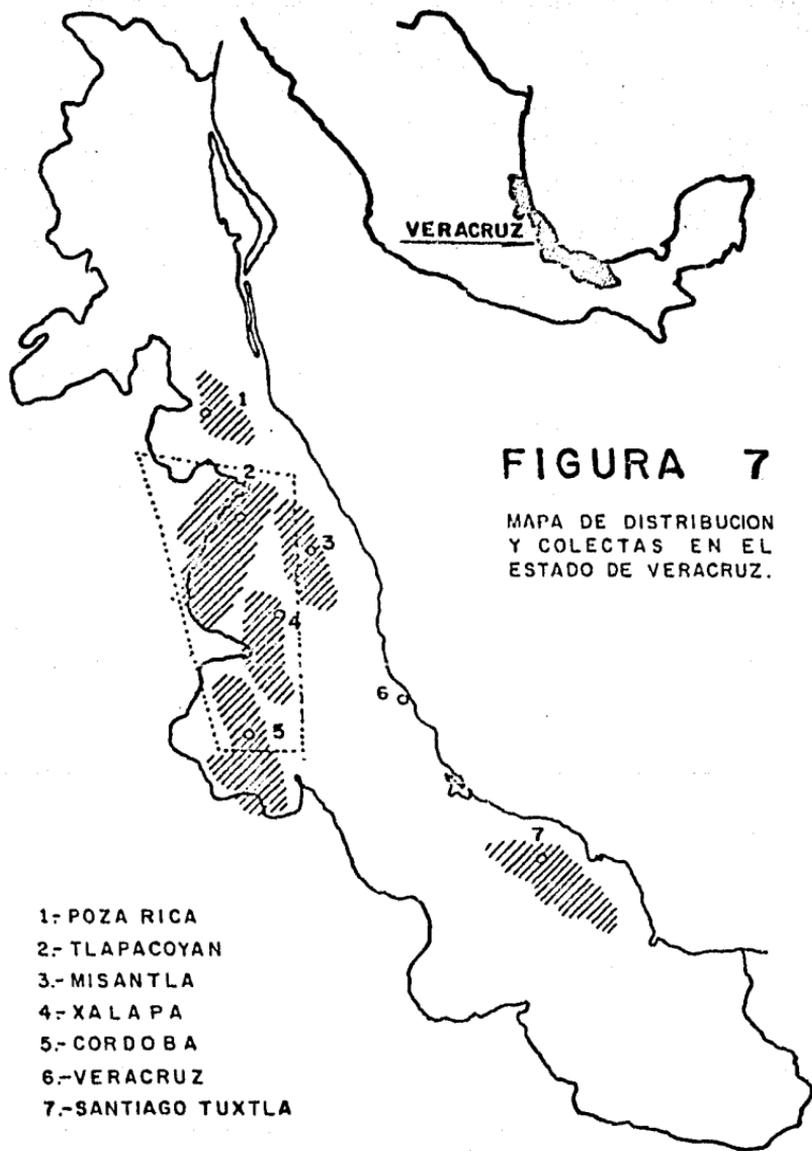
E S P E C I E	DISTRIBUCION		E C O L O G I A		A. MACROSCOPICA	PRESERVACION	S E C A D O	R. FISICAS Y MEC.	DURABILIDAD	CAL VOLUMETRICO	USOS ACTUALES	U. PROPUESTOS	REFERENCIAS
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	
<i>Bucida buceras</i>	A	-	A	-	-	B	A	B	-	B	A	-	6
	B	-	C	B	-	-	-	-	-	-	-	-	12
	-	-	C	-	-	-	A	-	-	-	-	-	18
	A	-	B	-	-	-	B	-	-	B	-	-	27
<i>Bucida macrostachya</i>	A	-	B	-	-	-	B	-	-	B	-	-	27
<i>Bursera longipes</i>	-	-	C	C	-	-	-	-	-	-	-	-	14
<i>Bursera simaruba</i>	A	-	A	-	-	B	A	B	-	B	B	-	6
	B	-	C	B	-	-	-	-	-	-	-	-	12
	A	-	B	-	-	-	B	-	-	B	-	-	27
<i>Calocarpum sapota</i>	-	-	C	A	-	-	-	-	-	A	-	-	21
<i>Calophyllum brasiliense</i>	-	-	-	-	-	-	C	-	-	-	-	-	3
	A	-	A	-	-	B	A	B	-	B	B	-	6
	-	-	C	-	-	-	A	-	-	-	-	-	18
	-	-	C	A	-	-	-	-	-	A	-	-	21
	A	-	B	-	-	-	B	-	-	B	-	-	27
<i>Bursera</i>													
<i>copallifera</i>	-	-	C	C	-	-	-	-	-	-	-	-	14
<i>Cedrela odorata</i>	A	A	C	C	-	B	B	B	-	B	-	-	7
	A	-	B	-	-	-	B	-	-	B	-	-	27
<i>Ceiba pentandra</i>	A	-	A	-	-	B	-	B	-	A	A	-	6
	B	-	C	B	-	-	-	-	-	-	-	-	12
<i>Cocoloba</i> sp.	B	-	C	B	-	-	-	-	-	-	-	-	12
<i>Coelodendron mexicanum</i>	B	-	C	C	-	-	-	-	-	B	-	-	2
<i>Cordia alliodora</i>	A	-	C	C	-	-	-	-	-	B	-	-	2
	A	-	A	-	-	A	-	A	-	A	A	-	6
	-	-	C	A	-	-	-	-	-	A	-	-	21
<i>Cordia dodecandra</i>	A	-	B	-	-	B	B	-	-	B	-	-	9
	-	-	-	-	C	-	-	-	-	-	-	-	13
	-	-	C	C	-	-	-	-	-	-	-	-	15
	A	-	B	-	-	-	B	-	-	B	-	-	27

E S P E C I E	6. VIII											
	DISTRIBUCION	ECOLOGIA	A MACROSCOPICA	A MICROSCOPICA	PRESERVACION	S E C A D O	P FISICAS Y MEC.	DURABILIDAD	CAL. VOLUMETRICO	USOS ACTUALES	U PROPUESTOS	REFERENCIAS
<i>Sebastiania longicuspidis</i>	B	-	C	B	-	-	-	-	-	-	-	12
<i>Sickingia salvadorensis</i>	-	-	C	A	-	-	-	-	-	A	-	21
<i>Sideroxylon amygdalimus</i>	B	-	C	B	-	-	-	-	-	-	-	21
<i>Simarouba glauca</i>	A	-	A	-	-	B	-	B	-	B	B	6
<i>Spondias mombim</i>	A	-	A	-	-	B	-	B	-	B	-	27
	-	-	C	A	-	-	-	-	-	B	A	6
	-	-	-	-	C	-	-	-	-	A	-	21
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23
<i>Sterculia apetala</i>	A	-	B	-	-	-	B	-	-	B	-	27
<i>Swartzia cubensis</i>	A	-	A	-	-	B	-	B	-	B	B	6
	-	-	C	-	-	-	-	-	-	-	-	18
	-	-	C	A	-	-	-	-	-	A	-	21
<i>Sweetia panamensis</i>	A	-	B	-	-	-	B	-	-	B	-	27
	-	-	C	-	-	-	A	-	-	-	-	18
<i>Swietenia macrophylla</i>	-	-	-	-	-	-	B	-	-	B	-	27
	-	-	-	-	-	-	C	-	-	-	-	3
	A	-	B	-	-	-	-	-	-	A	-	21
<i>Tabebuia chrysantha</i>	B	-	C	C	-	-	B	-	-	B	-	27
<i>Tabebuia rosea</i>	A	-	C	B	-	-	-	-	-	B	-	2
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12
<i>Talicia olivaeformis</i>	A	-	B	-	-	-	B	-	-	B	-	27
	-	-	C	-	-	-	A	-	-	-	-	18
<i>Terminalia amazonia</i>	-	-	-	-	-	-	C	-	-	-	-	3
	A	-	A	-	-	B	-	B	-	B	B	6
<i>Vatairea lundellii</i>	-	-	C	A	-	-	-	-	-	A	-	21
<i>Vochysia hondurensis</i>	-	-	C	A	-	-	-	-	-	A	-	21
<i>Trophis racemosa</i>	A	-	A	-	-	B	-	B	-	B	-	6
	B	-	C	C	-	-	-	-	-	B	-	2

E S P E C I E	DISTRIBUCION		E C O L O G I A		A M A C R O S C O P I A		A M I C R O S C O P I A		P R E S E R V A C I O N		S E C A D O		P F I S I C A S Y M E C.		D U R A B I L I D A D		U S O S A C T U A L E S		R E F E R E N C I A S	
	A	-	A	-	-	-	B	-	B	-	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
<i>Vitex gaumeri</i>	A	-	A	-	-	-	B	-	B	-	B	B	B	B	B	B	B	B	B	6
	-	-	C	-	-	-	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18
	-	-	C	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A	-	-	-	-	21
	A	-	B	-	-	-	B	-	-	-	-	-	-	B	-	-	-	-	-	27
<i>Zantoxylum microcarpum</i>	-	-	C	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A	-	-	-	-	21
<i>Zuelania guidonia</i>	A	A	C	-	-	-	B	B	B	B	-	B	B	B	B	B	B	B	B	7
	A	-	B	-	-	-	B	-	-	-	-	-	-	B	-	-	-	-	-	27

R E F E R E N C I A S

- 1.- ACOSTA (1964)
- 2.- BARAJAS, ECHENIQUE (1976)
- 3.- BARCENAS, CASTAÑEDA, ROMERO (1978)
- 4.- DE LA PAZ (1974)
- 5.- DE LA PAZ (1976)
- 6.- ECHENIQUE (1970)
- 7.- ECHENIQUE, BARAJAS, PINZON y PEREZ (1976)
- 8 ECHENIQUE, BECERRA (1972)
- 9.- ECHENIQUE, DIAZ (1969)
- 10.- FLAMAND (1965)
- 11.- FLORES (1968)
- 12.- GOMEZ (1959)
- 13.- GOMEZ, ECHENIQUE, SALINAS (1969)
- 14.- GOMEZ (1977)
- 15.- GURIDI (1968)
- 16 HUERTA (1962)
- 17.- HUERTA (1976)
- 18.- HUERTA, BECERRA (1976)
- 19.- MANCERA (1956)
- 20.- NEGRETE (1970)
- 21.- ORTEGA (1958)
- 22.- ORTEGA (1962)
- 23.- PEREZ (1976)
- 24.- QUIÑONES (1974)
- 25.- SANCHEZ, DAVALOS (1976)
- 26.- SCHULTZ, VON GROPFHUS (1968)
- 27.- TORRES (1970)
- 28.- VELA (1976)



REGISTRO No.	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	FAMILIA	No. COLECTA Y COLECTOR	PROCEDENCIA
INIREB 014	<i>Liquidambar macrophylla</i> O.	LIQUIDAMBAR	HAMAMELIDACEAE	001 T. CARMONA V.	STA. RITA, VER.
INIREB 015	<i>Juglans pyriformis</i> Liebm.	NOGAL	JUGLANDACEAE	002 T. CARMONA V.	YECUATLA, VER.
INIREB 016	<i>Carpinus caroliniana</i> Walt.	PIPINQUE	BETULACEAE	003 T. CARMONA V.	BANDERILLA, VER.
INIREB 017	<i>Juglans pyriformis</i> Liebm.	NOGAL NEGRO	JUGLANDACEAE	007 T. CARMONA V.	TOTUTLA, VER.
INIREB 018	<i>Liquidambar macrophylla</i> O.	OCOZOTE	HAMAMELIDACEAE	008 T. CARMONA V.	TOTUTLA, VER.
INIREB 019	<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenzig) L.	FRESNO	OLEACEAE	009 T. CARMONA V.	TLALTETELA, VER.
INIREB 020	<i>Liquidambar macrophylla</i> O.	OCOZOTE	HAMAMELIDACEAE	010 T. CARMONA V.	ALSESECA, VER.
INIREB 021	<i>Liquidambar macrophylla</i> O.	OCOZOTE	HAMAMELIDACEAE	012 T. CARMONA V.	TEOCELO, VER.
INIREB 024	<i>Carpinus caroliniana</i> Walt.	HUICHIN	BETULACEAE	013 T. CARMONA V.	NAOLINCO, VER.
INIREB 025	<i>Carpinus caroliniana</i> Walt.	HUICHIN	BETULACEAE	014 T. CARMONA V.	NAOLINCO, VER.
INIREB 026	<i>Juglans pyriformis</i> Liebm.	NOGAL	JUGLANDACEAE	015 T. CARMONA V.	MISANTLA, VER.
INIREB 030	<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenzig) L.	FRESNO	OLEACEAE	017 T. CARMONA V.	XALAPA, VER.

FIGURA 8 DATOS GENERALES DEL MATERIAL COLECTADO.

FIGURA 9

**MAPA DE DISTRIBUCION EN
CONDICIONES NATURALES DE
Liquidambar macrophylla O. EN
MEXICO**

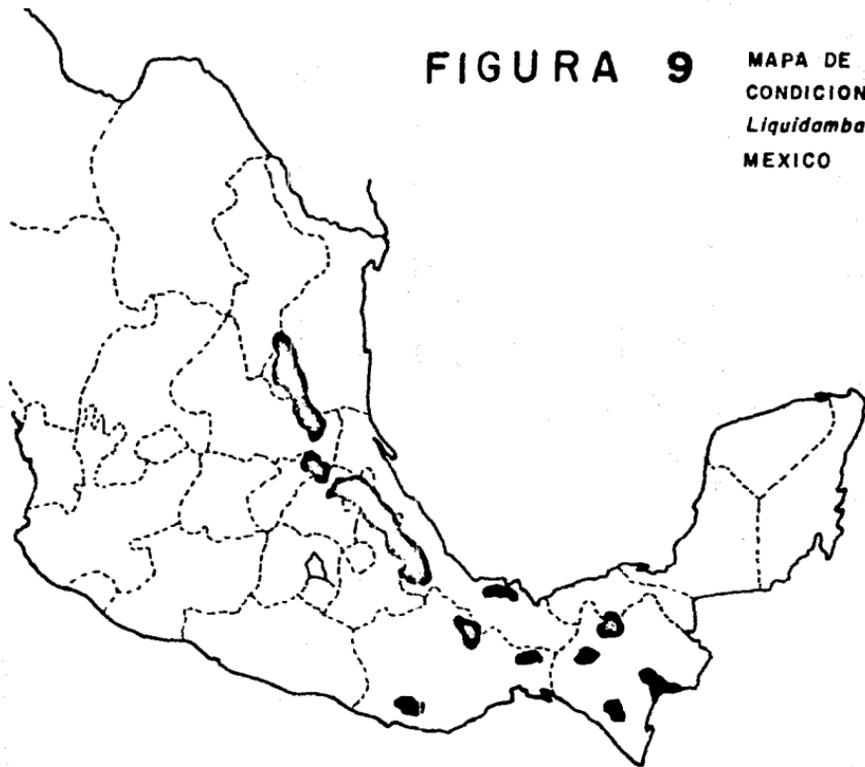


FIGURA 10

**MAPA DE DISTRIBUCION EN
CONDICIONES NATURALES DE
Juglans pyriformis Liebmann EN
MEXICO**

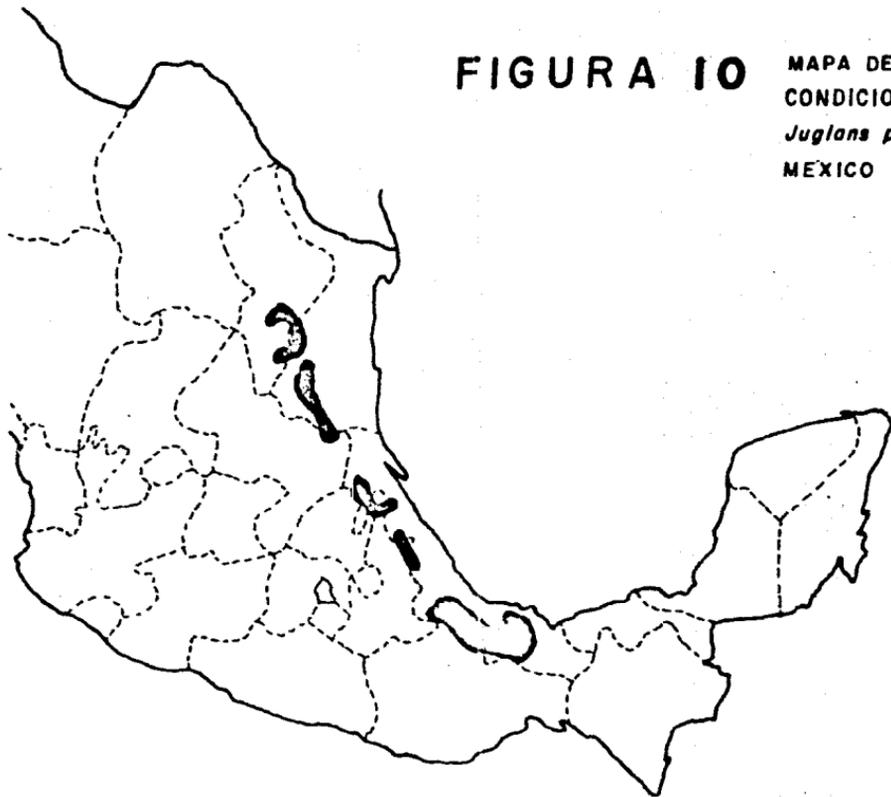


FIGURA II

MAPA DE DISTRIBUCION EN
CONDICIONES NATURALES DE
Carpinus caroliniana. Walt EN
MEXICO.

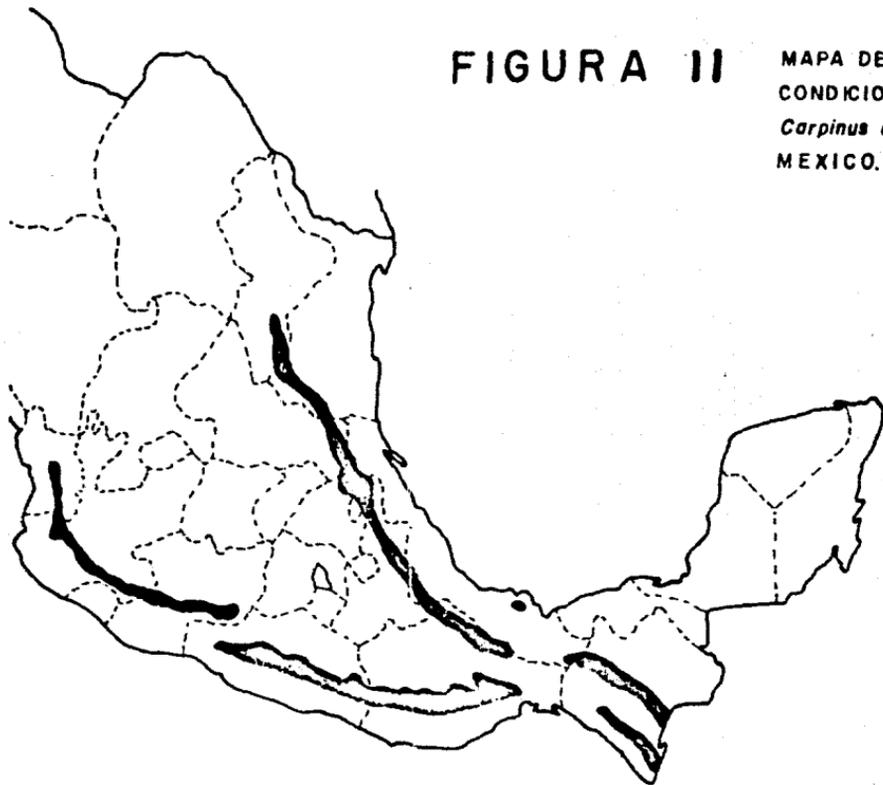
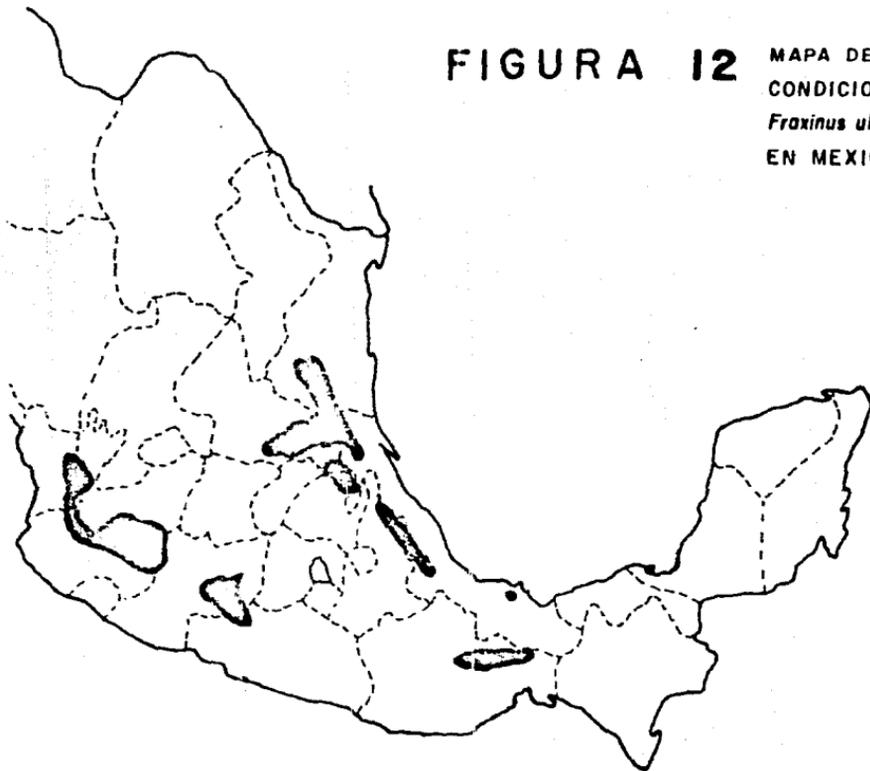


FIGURA 12 MAPA DE DISTRIBUCION EN
CONDICIONES NATURALES DE
Fraxinus uhdei (Wenzig) Lingelsheim
EN MEXICO.



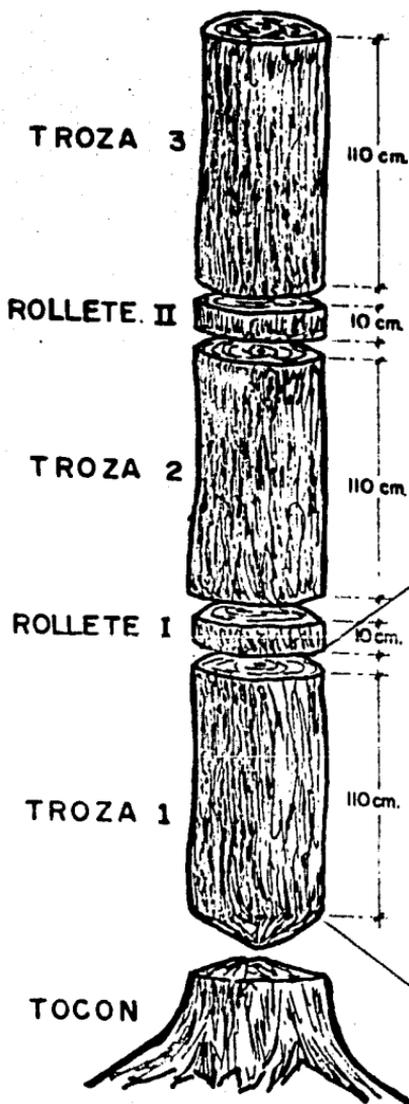
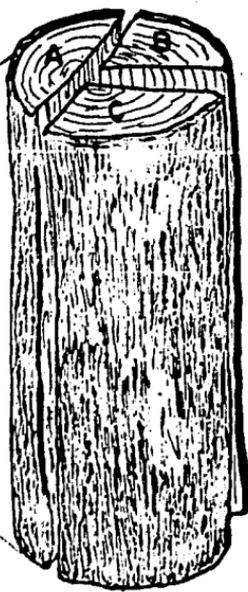


FIGURA 13

ESQUEMA DE MUESTREO
Y SELECCION DE MATERIAL
PARA LOS DISTINTOS ESTUDIOS
XILOTECNOLOGICOS.

- A- TABLILLAS DE XILOTECA.
- B- PRUEBAS FISICAS Y MECANICAS
- C- SECADO Y BIODETERIORO.



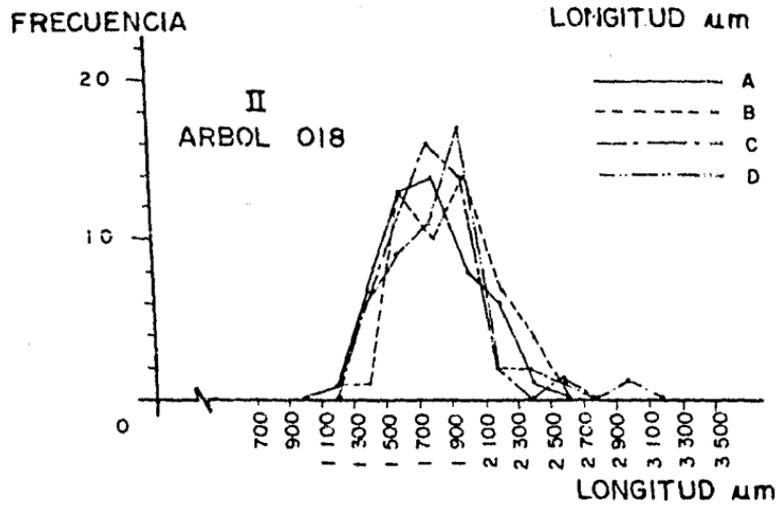
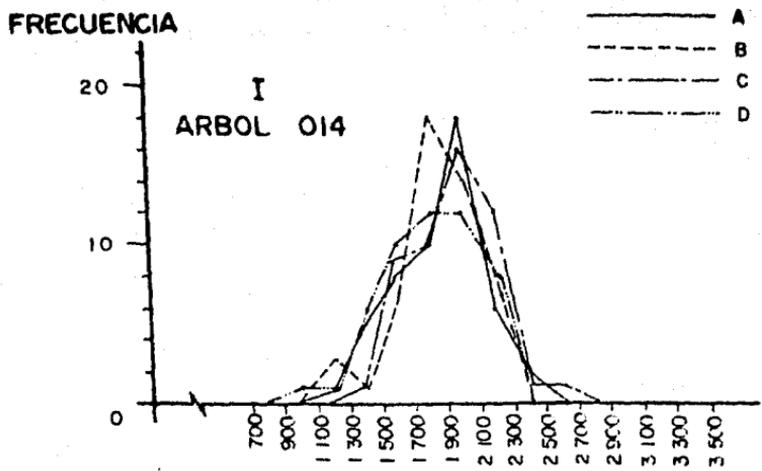


FIGURA 14

POLIGONOS DE FRECUENCIA PARA LA LONGITUD DE FIBRAS DE DOS ARBOLES DE *Liquidambar macrophylla* Q. A DOS ALTURAS DIFERENTES. MUESTRAS A y B a 1.20m. DE h., MUESTRAS C y D a 2.40m. DE h.

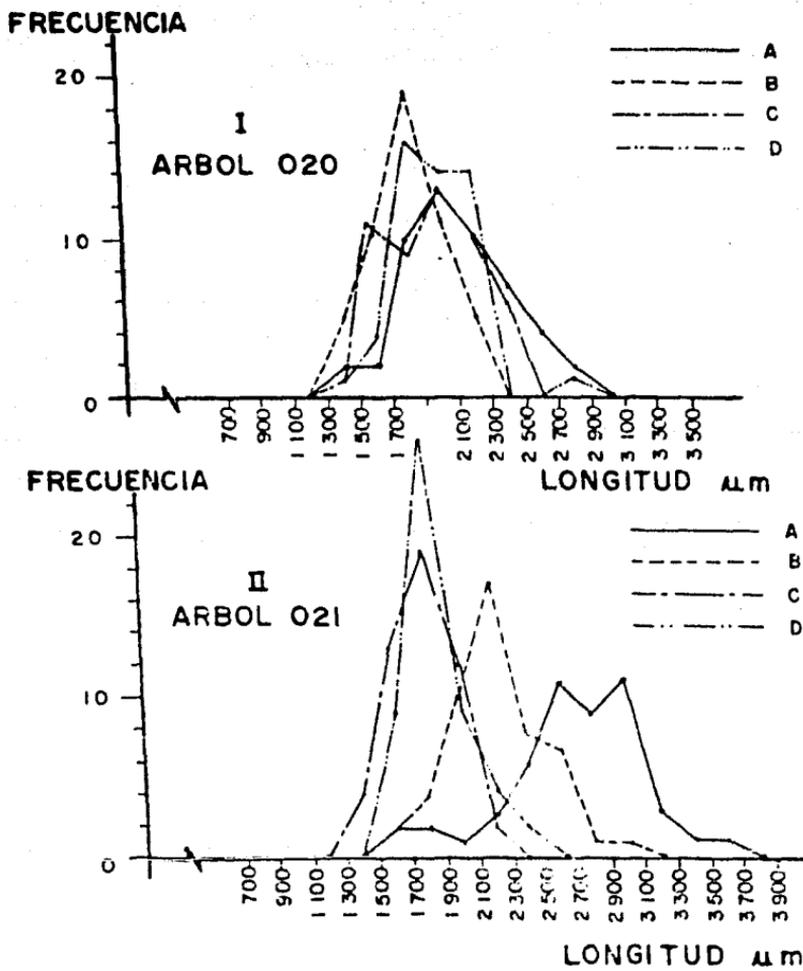


FIGURA 15

POLIGONOS DE FRECUENCIA PARA LA LONGITUD DE FIBRAS DE DOS ARBOLES DE *Liquidambar macrophylla* O. A DOS ALTURAS DIFERENTES. MUESTRAS A y B a 1.20m. DE h., MUESTRAS C y D a 2.40m. DE h.

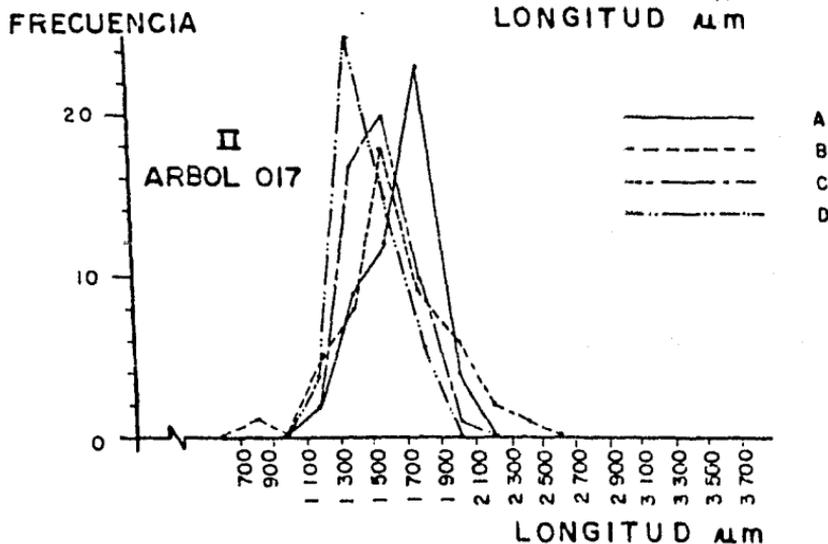
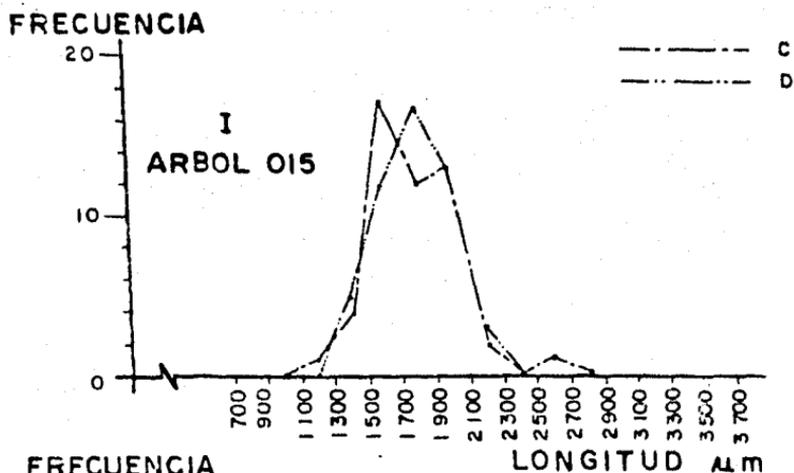


FIGURA 16

POLIGONOS DE FRECUENCIA PARA LA LONGITUD DE FIBRAS DE DOS ARBOLES DE *Juglans pyriformis* Liebmänn A DOS ALTURAS DIFERENTES. MUESTRAS A y B a 120m. DE h., MUESTRAS C y D a 240m. DE h.

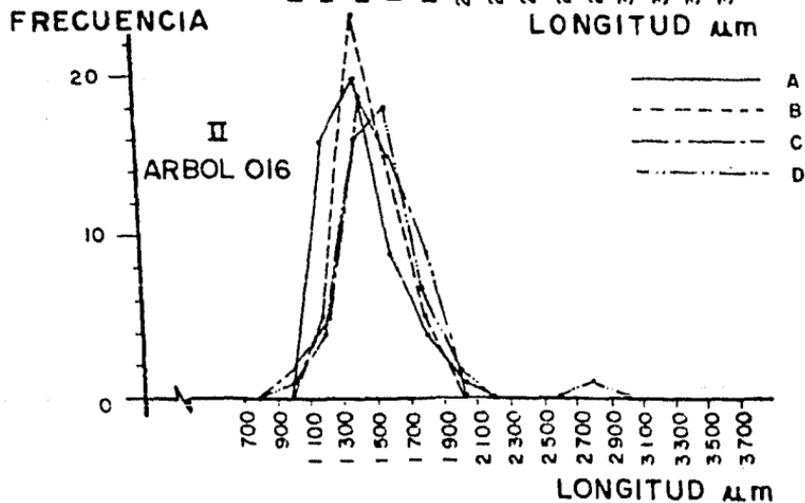
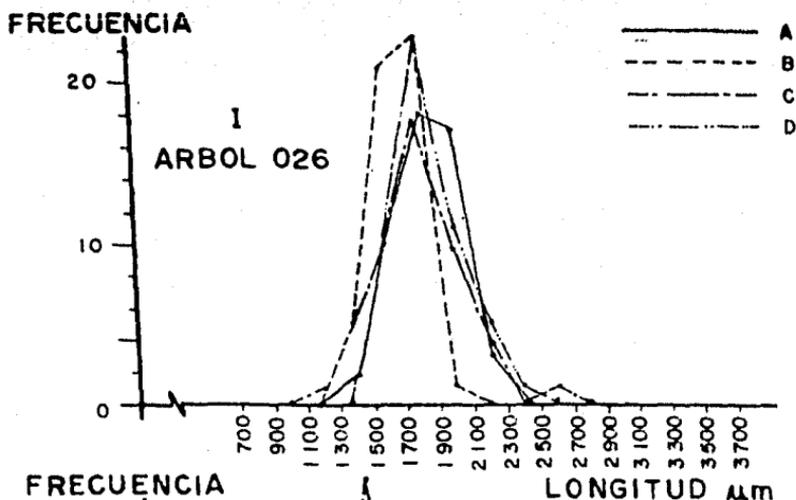


FIGURA 17

POLIGONOS DE FRECUENCIA PARA LA LONGITUD DE FIBRAS DE UN ARBOL DE *Juglans pyriformis* Liebmann Y UNO DE *Carpinus caroliniana* Walt. A DOS ALTURAS DIFERENTES. MUESTRAS AyB a 1.20 m. DE h., MUESTRAS CyD a 2.40 m. DE h.

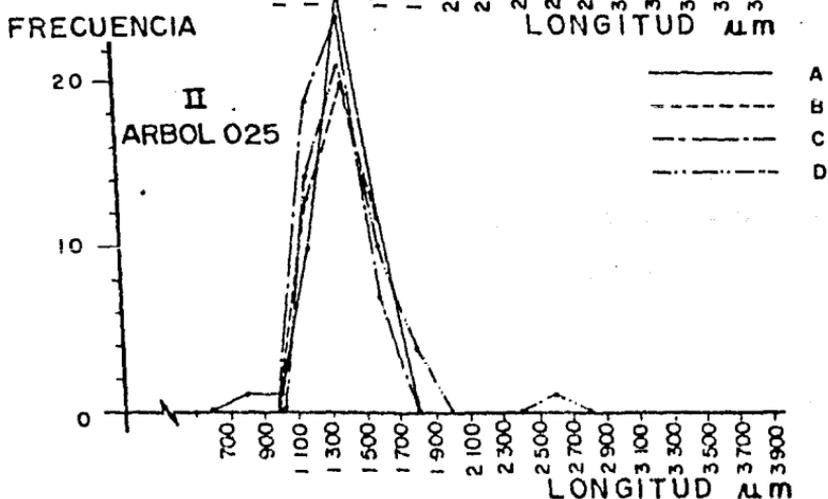
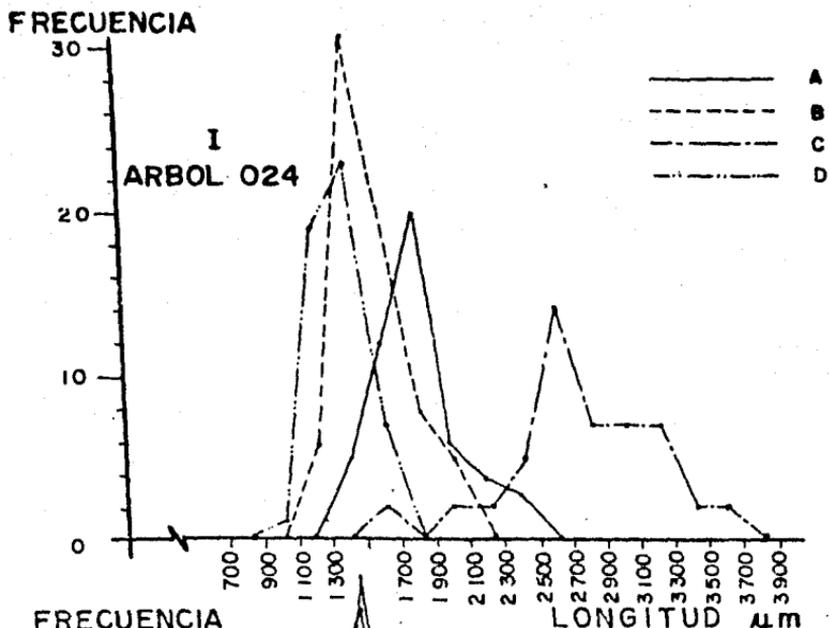


FIGURA 18

POLIGONOS DE FRECUENCIA PARA LA LONGITUD DE FIBRAS DE DOS ARBOLES DE *Carpinus caroliniana* Walt. A DOS ALTURAS DIFERENTES. MUESTRAS A y B a 1.20m. DE h., MUESTRAS C y D a 2.40m. DE h.

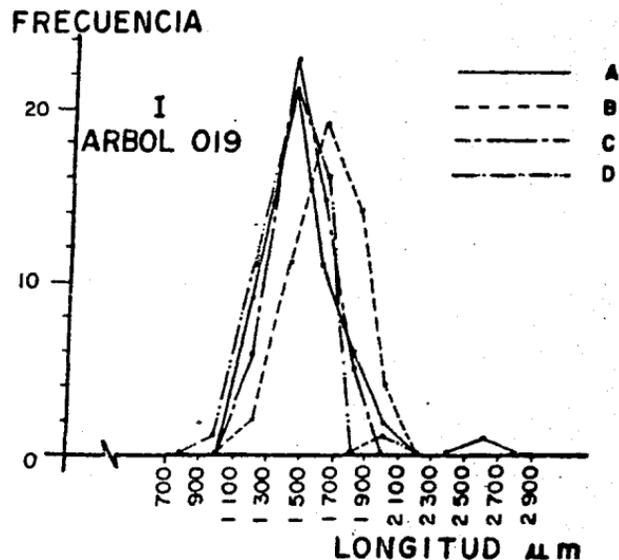
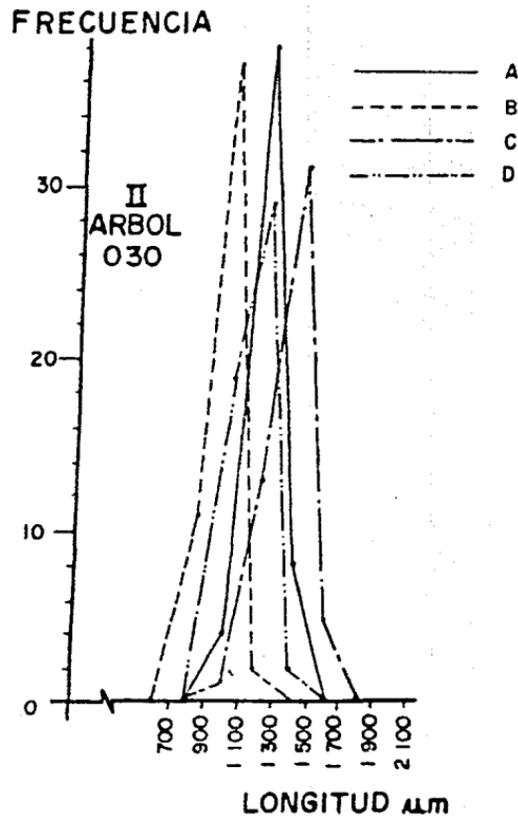


FIGURA 19

POLIGONOS DE FRECUENCIA PARA LA LONGITUD DE FIBRAS DE DOS ARBOLES DE *Fraxinus uhdei* (Wenzing) Lingelsheim. A DOS ALTURAS DIFERENTES. MUESTRAS A y B A 1.20 m. DE h. MUESTRAS C y D a 2.40 m. DE h.

FRECUENCIA

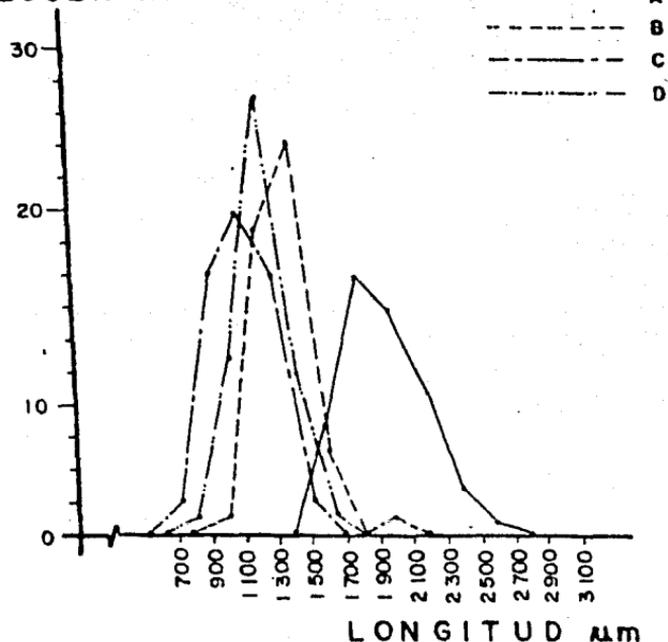
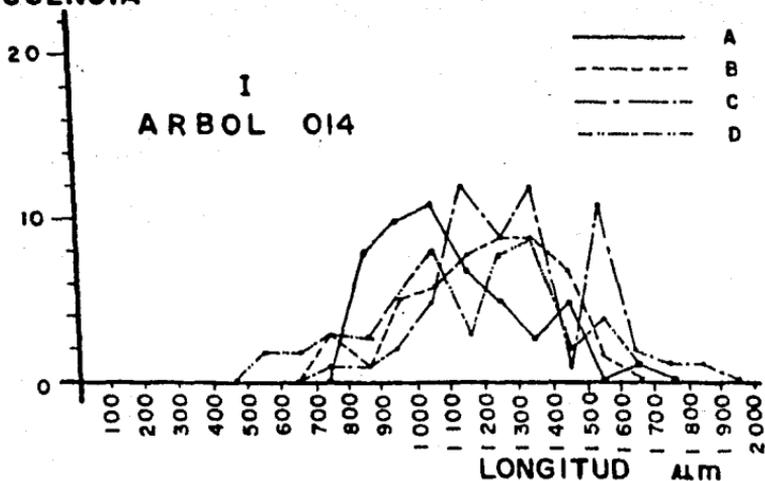


FIGURA 20

POLIGONOS DE FRECUENCIA PARA LA LONGITUD DE FIBRAS DE 4 ESPECIES DE EE.UU. A.- *Liquidambar styraciflua* L. B.- *Juglans nigra* L. C.- *Carpinus caroliniana* Walt. (CONSTRUIDA BIBLIOGRAFICA - MENTE) D.- *Fraxinus americana* L.

FRECUENCIA



FRECUENCIA

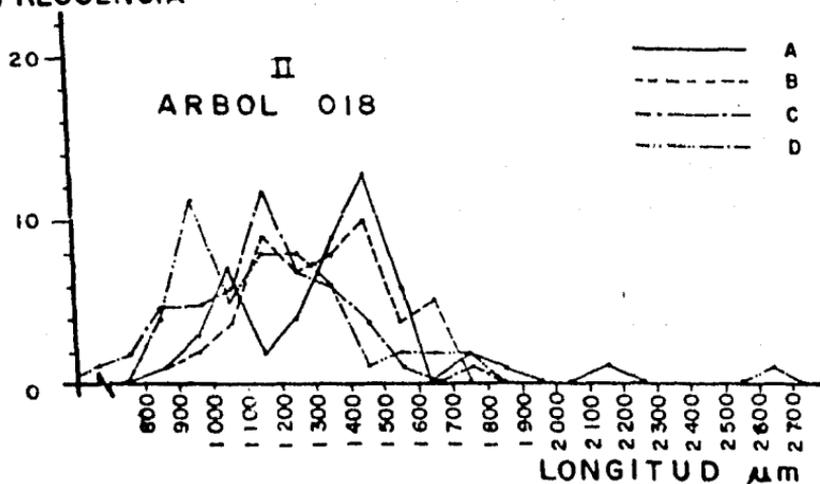
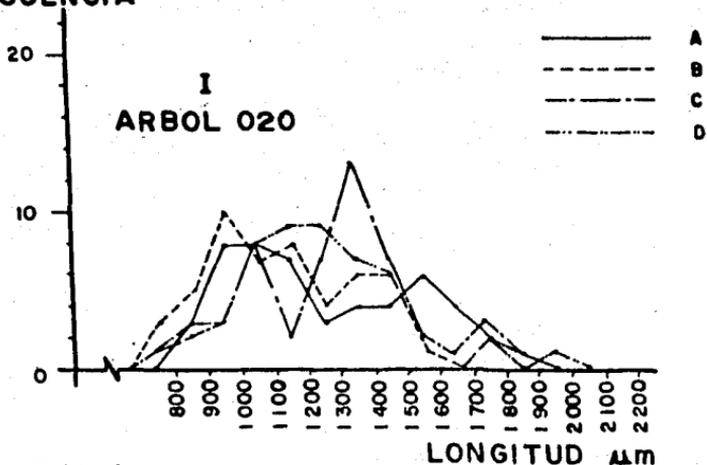


FIGURA 21

POLIGONOS DE FRECUENCIA PARA LA LONGITUD DE LOS ELEMENTOS DE VASO DE DOS ARBOLES DE *Liquidambar macrophylla* O. A DOS ALTURAS DIFERENTES. MUESTRAS AyBa120m. DE h., CyDa 2.40 m. DE h.

FRECUENCIA



FRECUENCIA

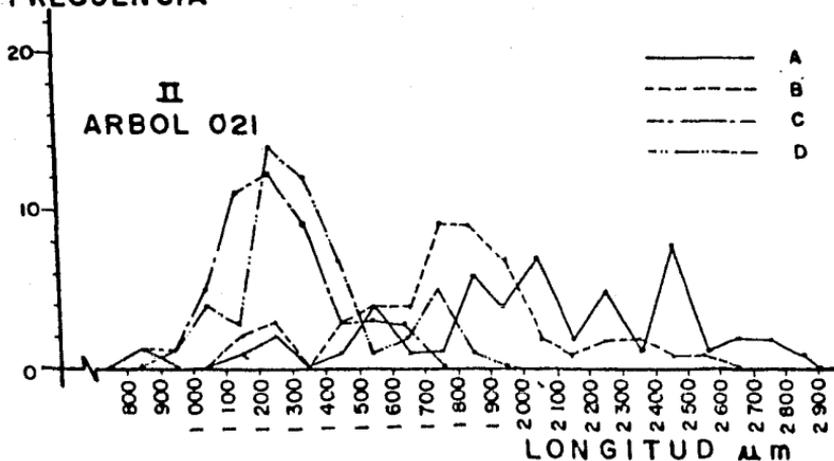
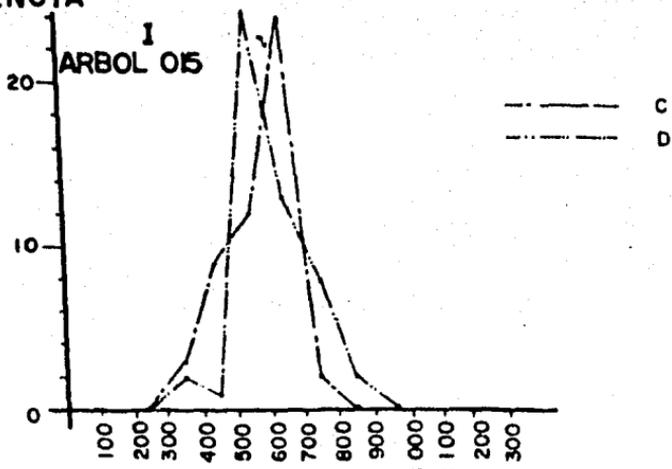


FIGURA 22

POLIGONOS DE FRECUENCIA PARA LA LONGITUD DE LOS ELEMENTOS DE VASO DE DOS ARBOLES DE *Liquidambar macrophylla* Q. A DOS ALTURAS DIFERENTES. MUESTRAS AyB a 1.20m. DE h., CyD a 2.40m. DE h.

FRECUENCIA



FRECUENCIA

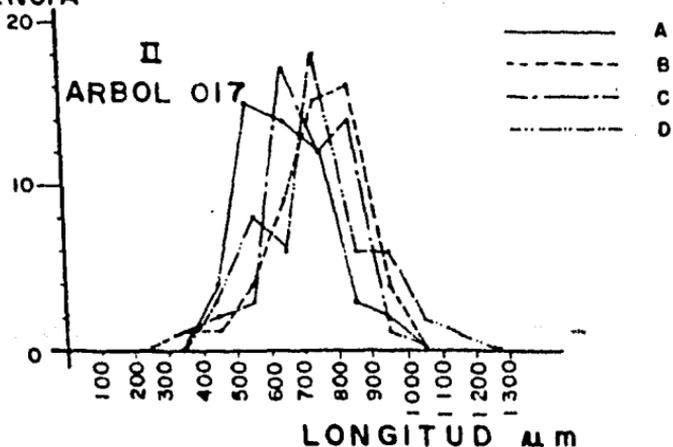
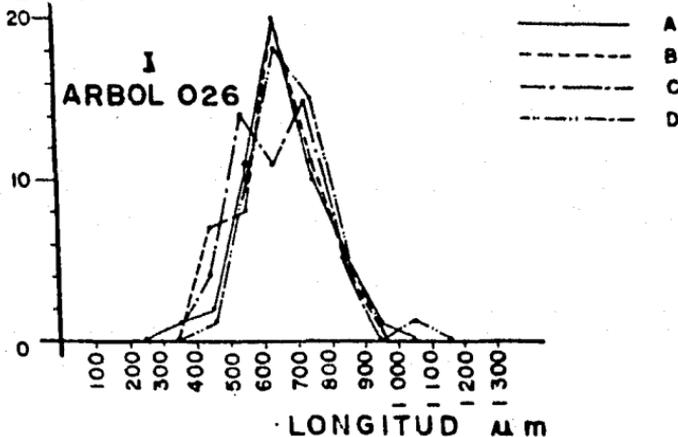


FIGURA 23

POLIGONOS DE FRECUENCIA PARA LA LONGITUD DE LOS ELEMENTOS DE VASO DE DOS ARBOLES DE *Juglans pyriformis* Letmann A DOS ALTURAS DIFERENTES. MUESTRAS A y B a 1.20 m. DE h., C y D a 2.40 m. DE h.

FRECUENCIA



FRECUENCIA

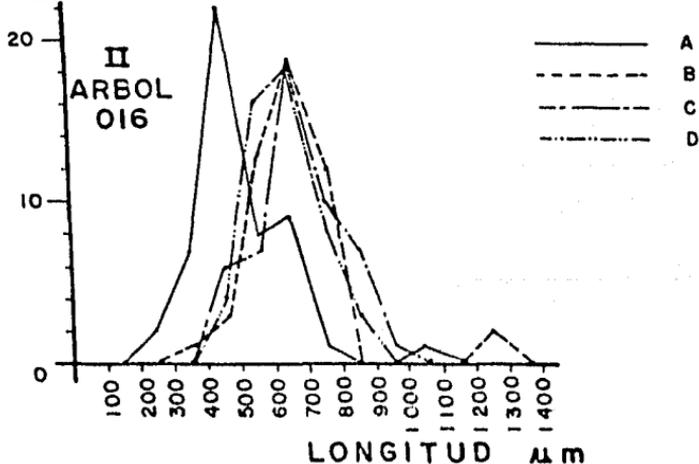


FIGURA 24

POLIGONOS DE FRECUENCIA PARA LA LONGITUD DE LOS ELEMENTOS DE VASO DE UN ARBOL DE *Juglans pyriformis*, Liebmann Y UNO DE *Carpinus caroliniana* Walt A DOS ALTURAS DIFERENTES. MUESTRAS A y B a 1.20 m. DE h., C y D a 2.40 m. DE h.

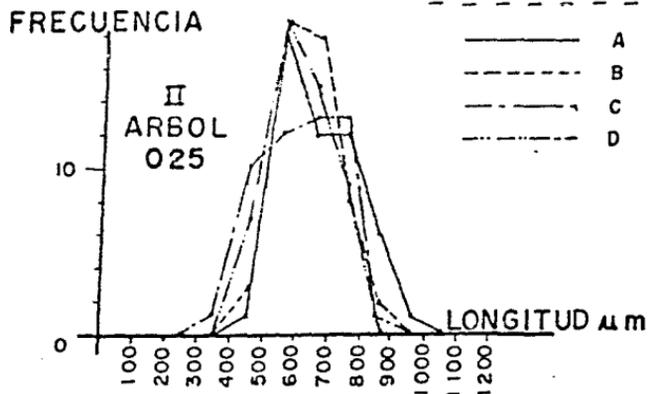
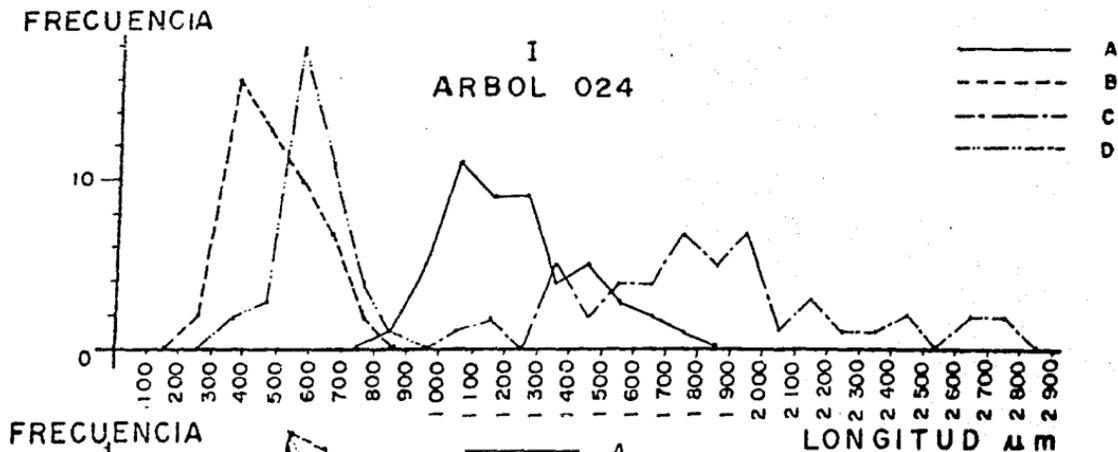


FIGURA 25

POLIGONOS DE FRECUENCIA PARA LA LONGITUD DE LOS ELEMENTOS DE VASO DE DOS ARBOLES DE *Carpinus caroliniana* Walt. A DOS ALTURAS DIFERENTES. MUESTRAS AyB a 1.20m. DE h., CyD a 2.40m. DE h.

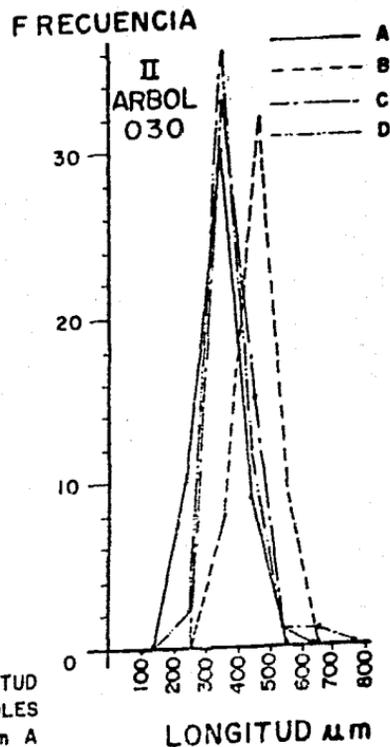
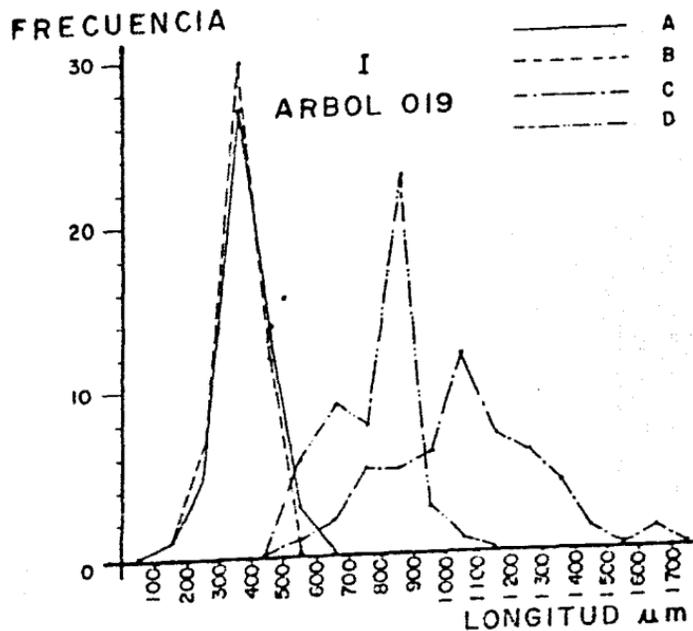


FIGURA 26

POLIGONOS DE FRECUENCIA PARA LA LONGITUD DE LOS ELEMENTOS DE VASO DE DOS ARBOLES DE *Fraxinus uhdei* (Wenzing) Lingelsheim A DOS ALTURAS DIFERENTES. MUESTRAS Ay B a 1.20 m. , Cy D a 2.40 m. DE h.

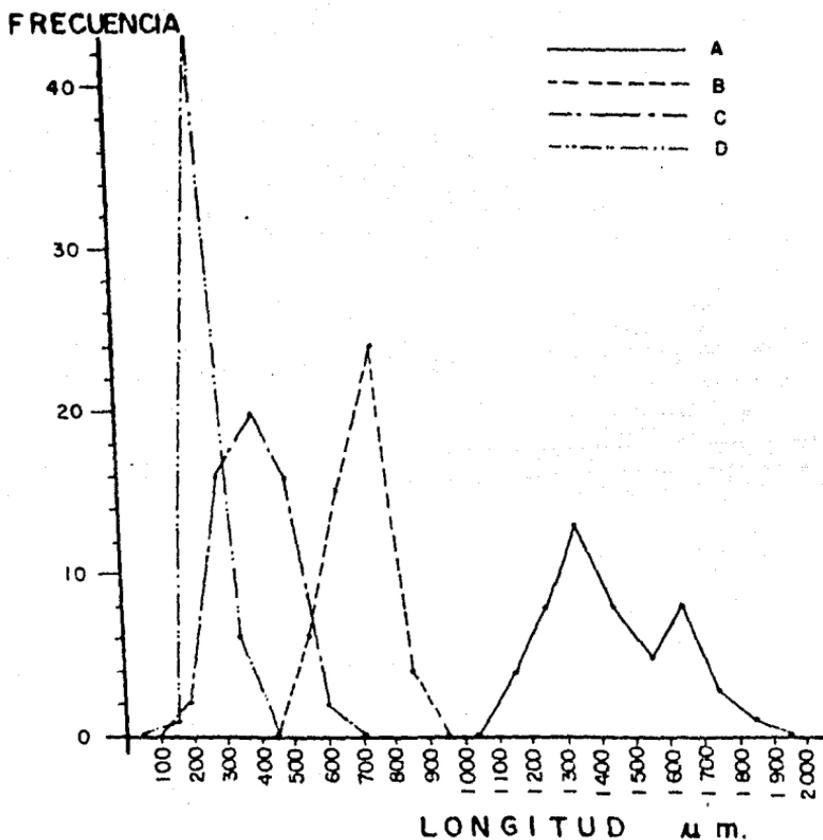


FIGURA 27

POLIGONOS DE FRECUENCIA PARA LA LONGITUD DE LOS ELEMENTOS DE VASO DE 4 ESPECIES DE EE.UU. A.- *Liquidambar styraciflua* L. B.- *Juglans nigra* L. C.- *Carpinus Caroliniana* Walt (CONSTRUIDA BIBLIOGRAFICAMENTE) D.- *Fraxinus americana* L.

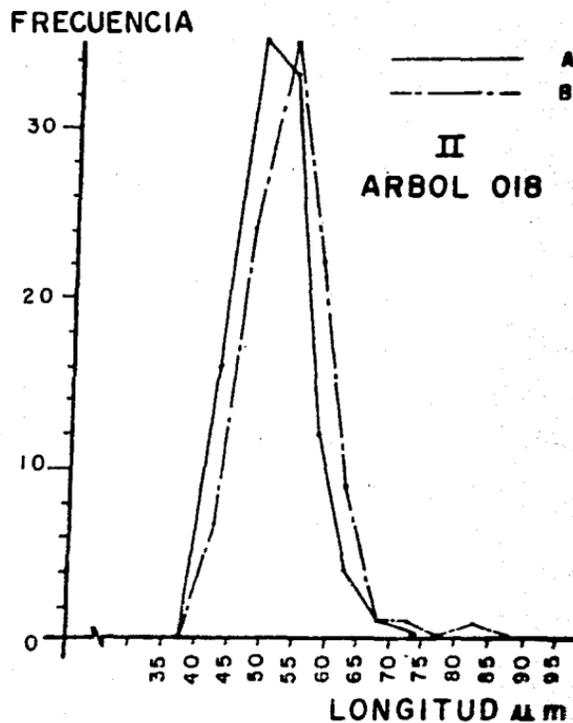
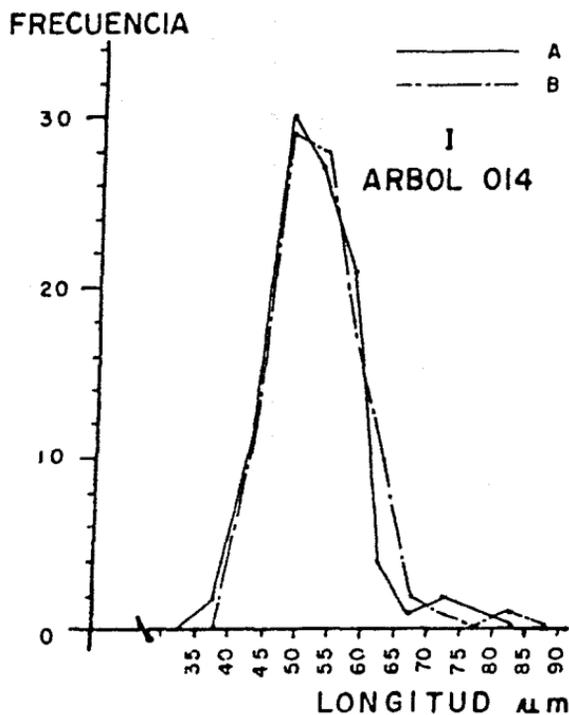


FIGURA 28

POLIGONOS DE FRECUENCIA PARA EL DIAMETRO TANGENCIAL DE LOS ELEMENTOS DE VASO DE DOS ARBOLES DE *Liquidambar macrophylla* O. MUESTRAS A a 1.20 m. DE h., MUESTRAS B a 2.40 m. DE h.

FRECUENCIA

30

20

10

0

35

40

45

50

55

60

65

70

75

80

85

90

95

100

LONGITUD μ m

— A
- - B
I
ARBOL 020

FRECUENCIA

40

30

20

10

0

35

40

45

50

55

60

65

70

75

80

85

90

LONGITUD μ m

— A
- - B
II
ARBOL 021

FIGURA 29

POLIGONOS DE FRECUENCIA PARA EL DIAMETRO TANGENCIAL DE LOS ELEMENTOS DE VASO DE DOS ARBULES DE *Liquidambar macrophylla* O. MUESTRAS A a1.20 m. DE h. MUESTRAS B a 2.40 m. DE h.

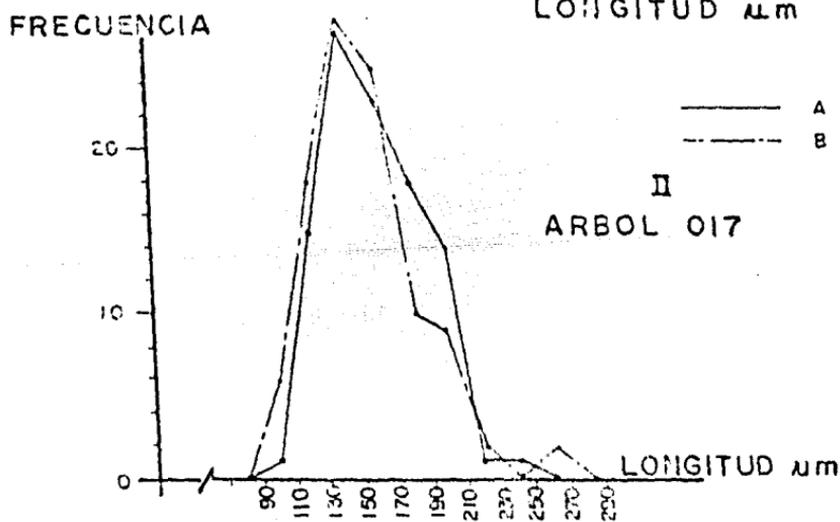
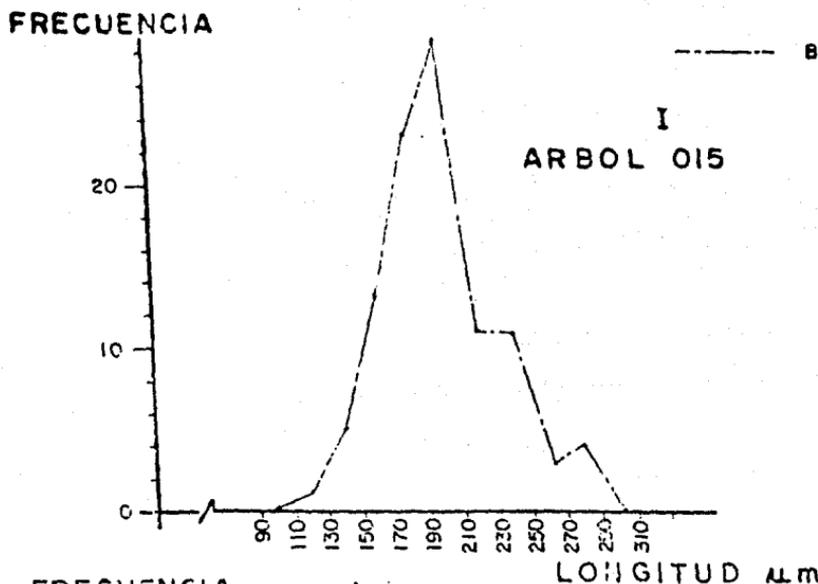


FIGURA 30

POLIGONOS DE FRECUENCIA PARA EL DIAMETRO TANGENCIAL DE LOS ELEMENTOS DE DOS ARBOLES DE *Juglans pyriformis* Liebmann. MUESTRA A a 1.20 m. DE h., MUESTRAS B a 2.40 m. DE h.

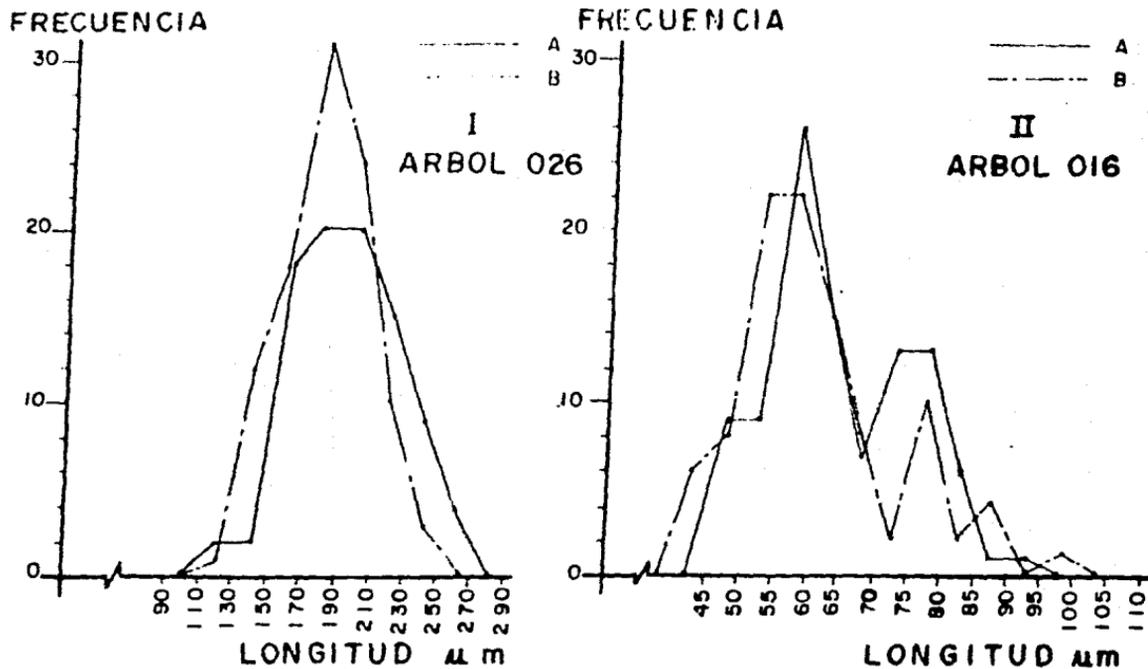


FIGURA 31

POLIGONOS DE FRECUENCIA PARA EL DIAMETRO TANGENCIAL DE LOS ELEMENTOS DE VASO DE UN ARBOL DE *Juglans pyriformis* Liebmann Y UNO DE *Carpinus caroliniana* Walt. MUESTRAS A a 1.20 m. DE h., MUESTRAS B a 2.40 m. DE h.

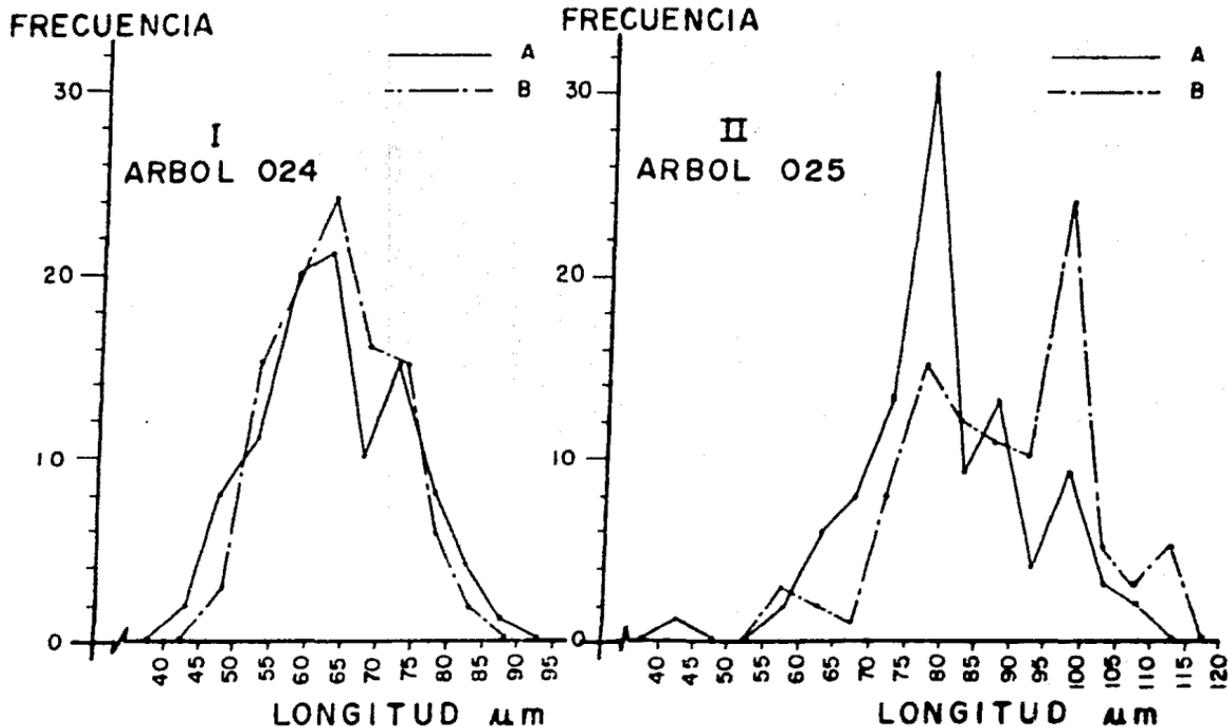


FIGURA 32

POLÍGONOS DE FRECUENCIA PARA EL DIAMETRO TANGENCIAL DE LOS ELEMENTOS DE VASO DE DOS ARBOLES DE *Carpinus caroliniana* Walt. MUESTRAS A a 1.20 m. DE h. MUESTRAS B a 2.40 m. DE h.

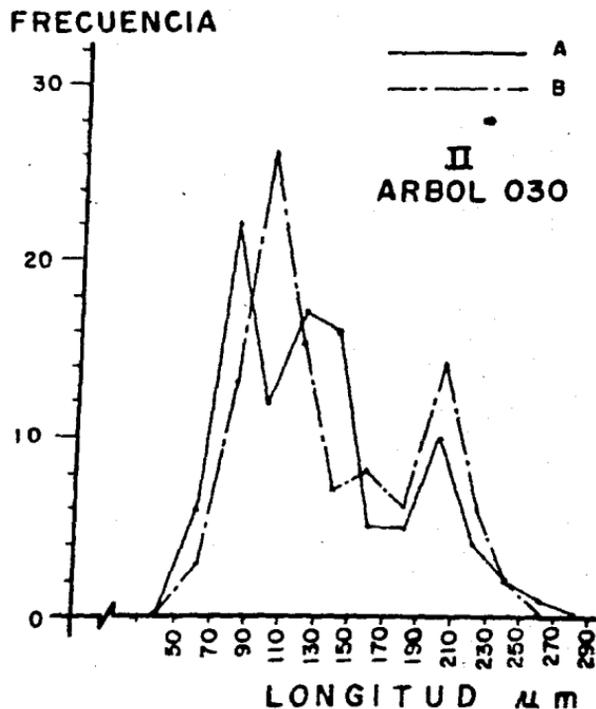
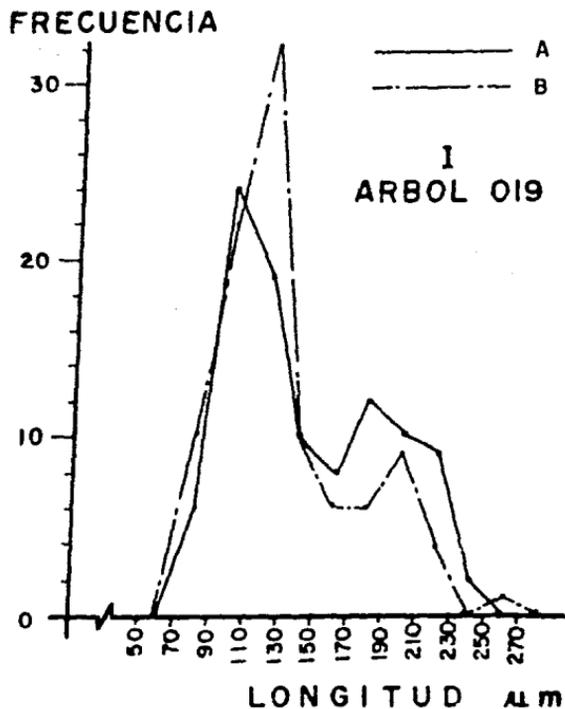


FIGURA 33

POLIGÓNOS DE FRECUENCIA PARA EL DIAMETRO TANGENCIAL DE LOS ELEMENTOS DE VASO DE DOS ARBOLES DE *Fraxinus uhdei* (Wenzig) Lingelshelm. MUESTRAS A a 1.20 m. DE h., MUESTRAS B a 2.40 m. DE h.

FRECUENCIA

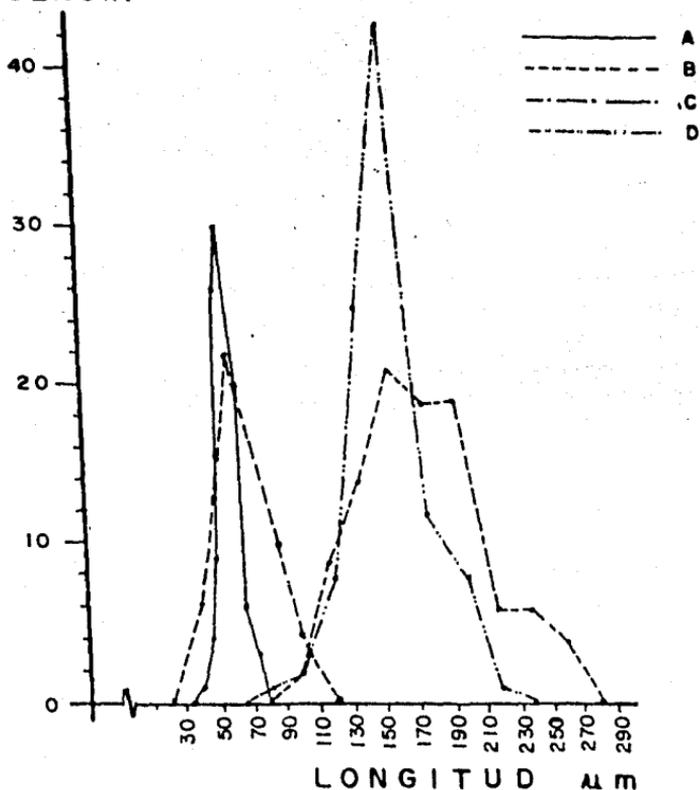


FIGURA 34

POLIGONOS DE FRECUENCIA PARA EL DIAMETRO TANGENCIAL DE LOS ELEMENTOS DE VASO DE 4 ESPECIES DE EE.UU. A:-*Liquidambar styraciflua* L. B:-*Juglans nigra* L. C:-*Carpinus caroliniana* Walt. (CONSTRUIDA BIBLIOGRAFICAMENTE) D:-*Fraxinus americana* L.

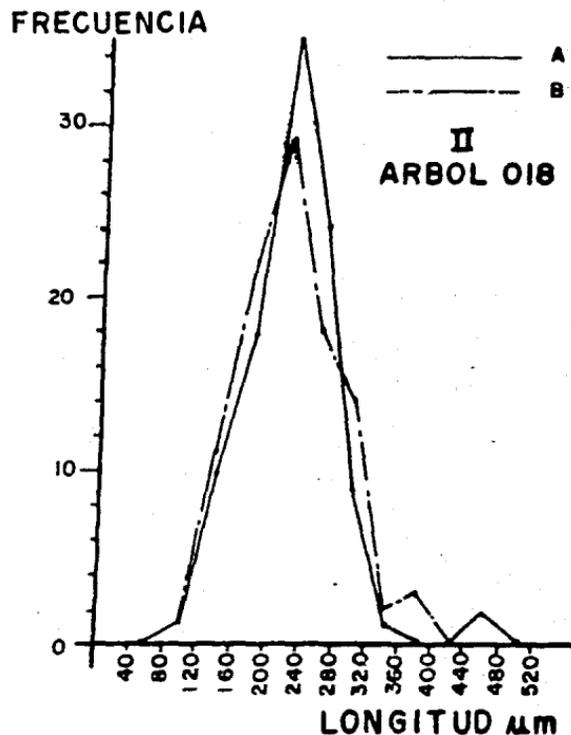
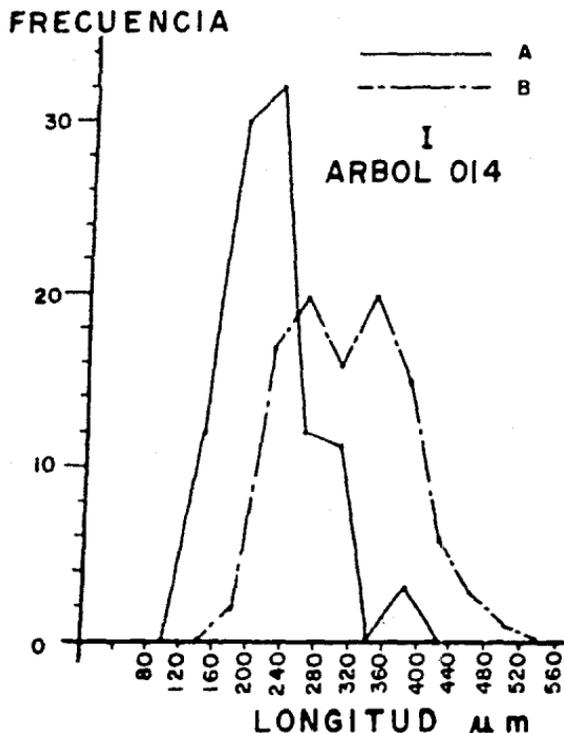


FIGURA 35

POLIGONO DE FRECUENCIAS PARA LA LONGITUD DE LA PORCION MULTISERIADA DE LOS RAYOS DE DOS ARBOLES DE *Liquidambar macrophylla* O. MUESTRA A a 1.20 m. DE h. , MUESTRA B a 2.40 m. DE h.

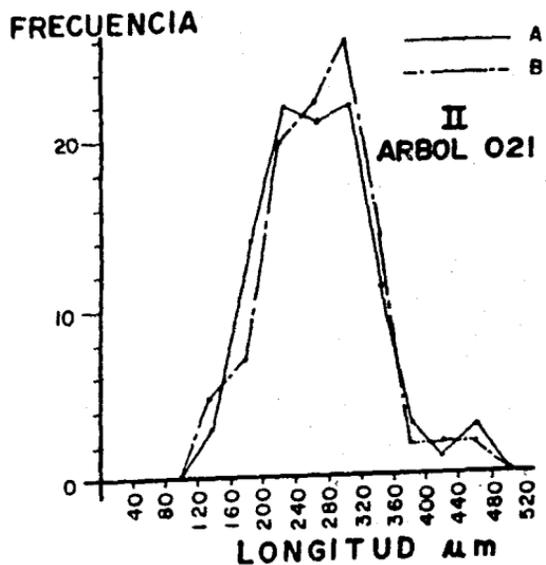
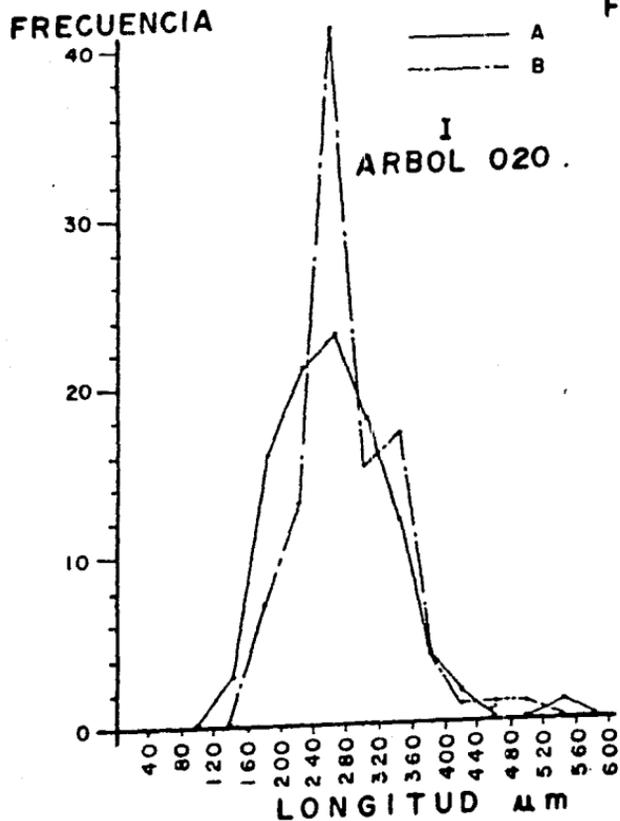


FIGURA 36

POLIGONOS DE FRECUENCIA PARA LA LONGITUD DE LA PORCION MULTISERIADA DE LOS RAYOS DE DOS ARBOLES DE *Liquidambar macrophylla* O. MUESTRAS A a 1.20 m. DE h., MUESTRAS B a 2.40 m. DE h.

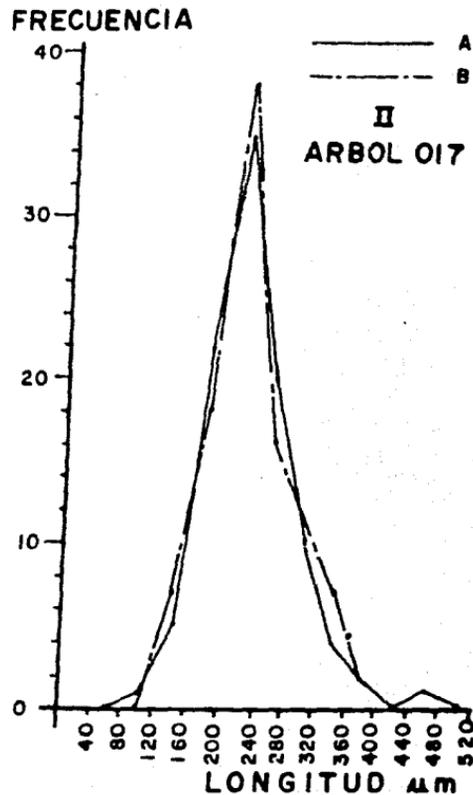
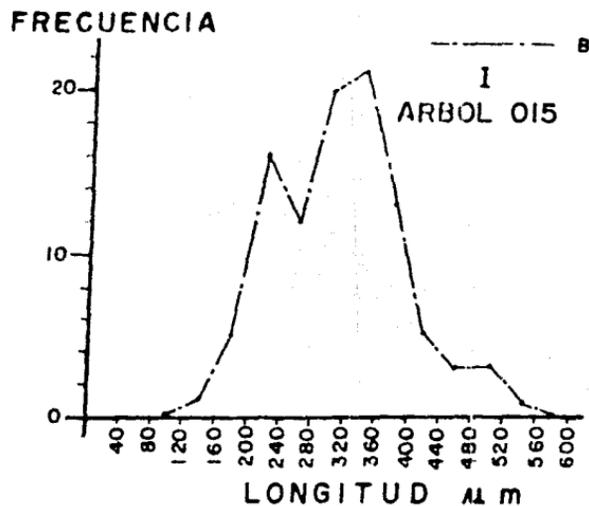
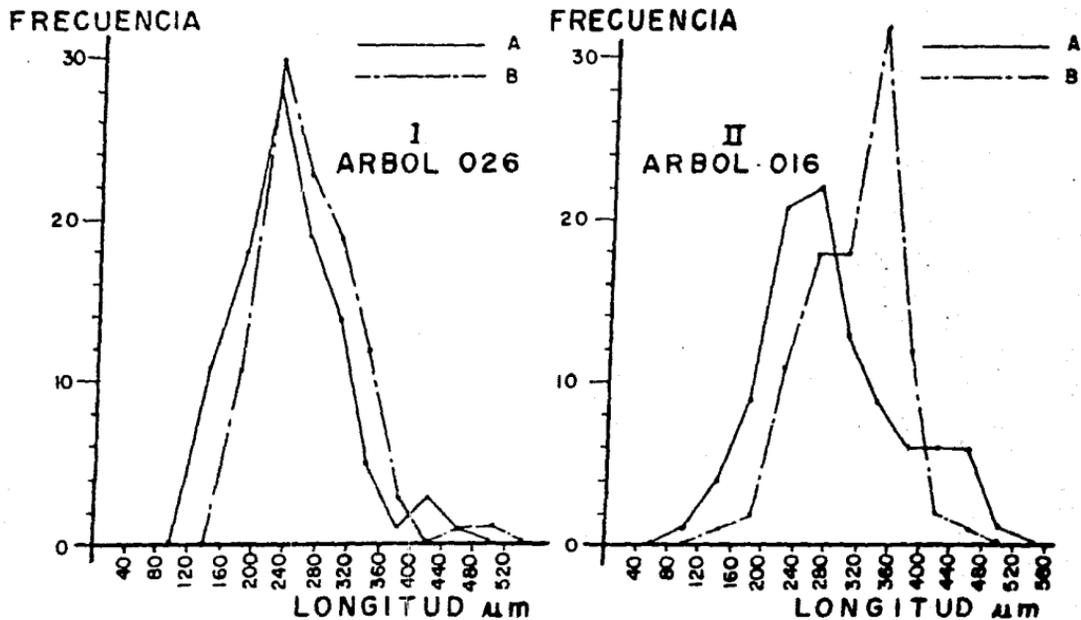


FIGURA 37

POLIGONOS DE FRECUENCIA PARA LA LONGITUD DE LA PORCION MULTISERIADA DE DOS ARBOLES DE *Juglans pyriformis* Liebmann. MUESTRA A a 1.20 m. DE h., MUESTRAS B a 2.40 m. DE h.



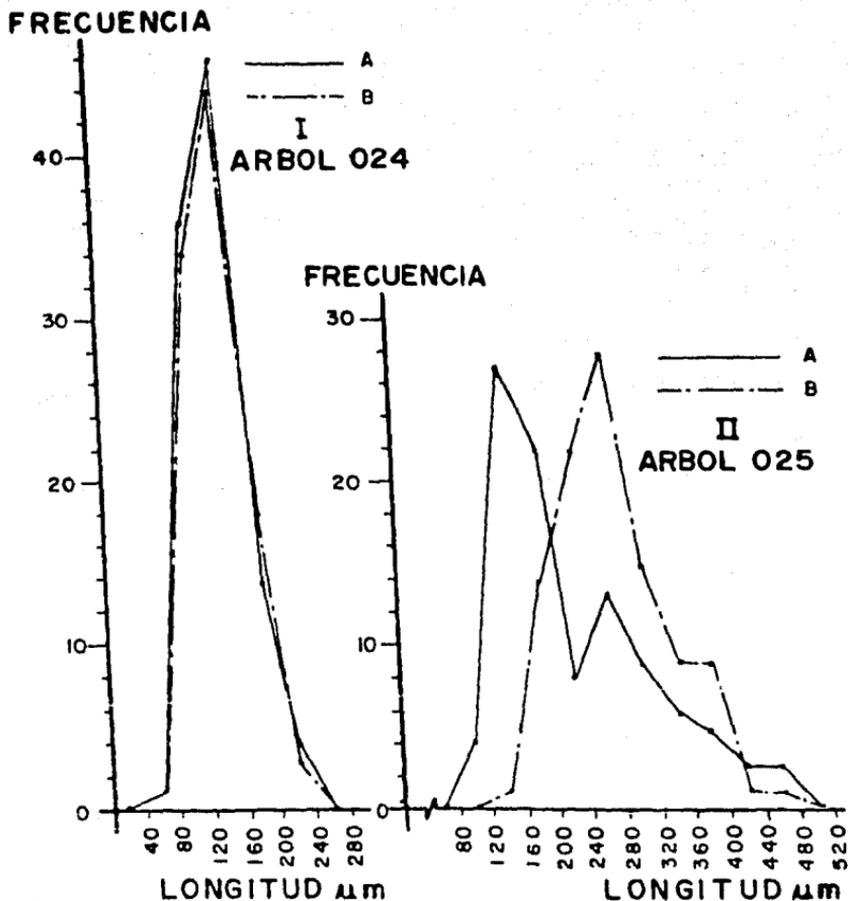


FIGURA 39

POLIGONOS DE FRECUENCIA PARA LA LONGITUD DE LA PORCION MULTISERIADA DE LOS RAYOS DE DOS ARBOLES DE *Carpinus caroliniana* Walt. MUESTRAS A a 1.20 m. DE h., MUESTRAS B a 2.40 m. DE h.

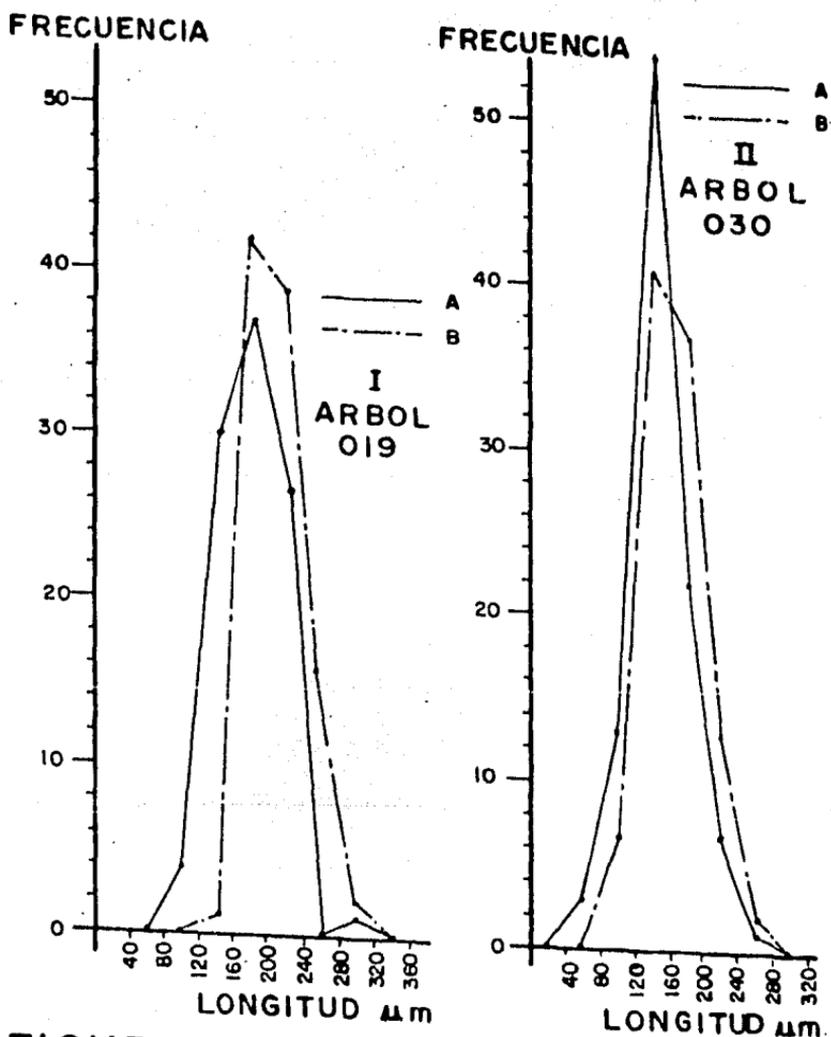


FIGURA 40 POLIGONOS DE FRECUENCIA PARA LA LONGITUD DE LA PORCION MULTISERIADA DE LOS RAYOS DE DOS ARBOLES DE *Fraxinus uhdei* (Wenzling) Lingelshelm. MUESTRAS A a 1.20 m. DE h. , MUESTRAS B a 2.40 m. DE h.

FRECUENCIA

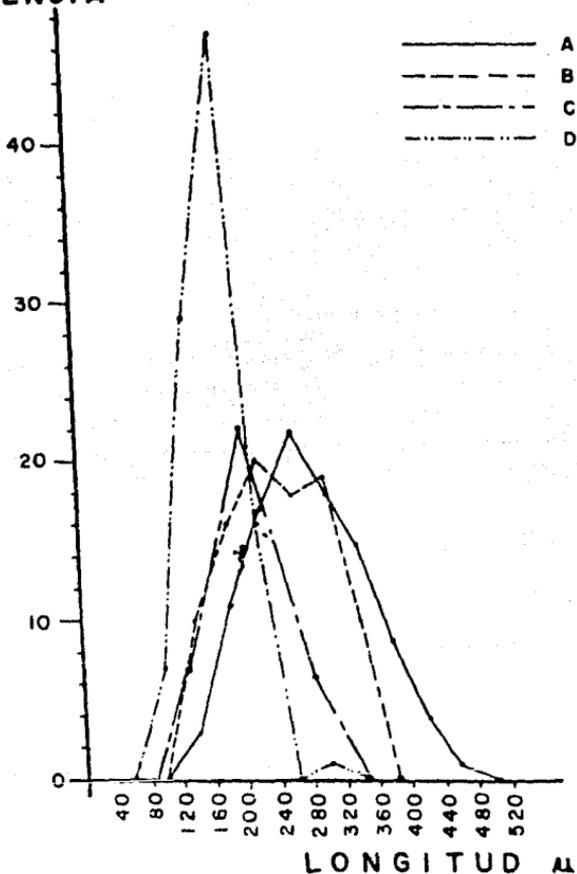
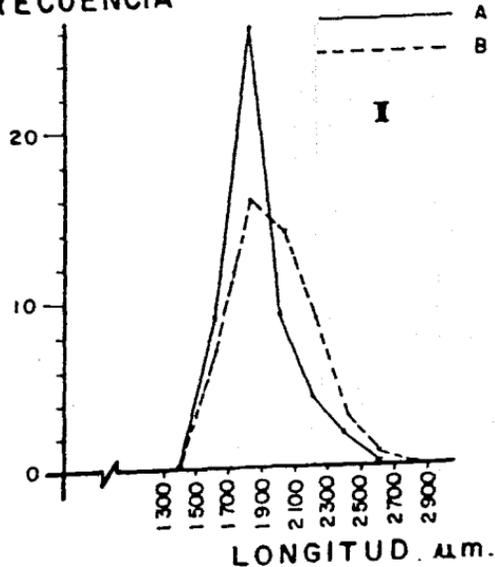


FIGURA 41

POLIGONOS DE FRECUENCIA PARA LA LONGITUD DE LA PORCION MULTISERIADA DE 4 ESPECIES DE EE.UU. A- *Liquidambar styraciflua* L. B- *Juglans nigra* L. C- *Carpinus caroliniana* Walt (CONSTRUIDA BIBLIOGRAFICAMENTE) D- *Fraxinus americana* L.

FRECUENCIA



FRECUENCIA

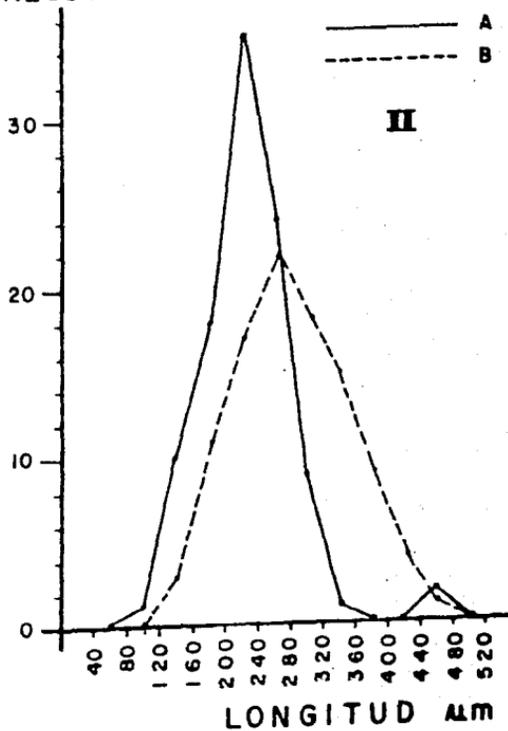


FIGURA 42

POLIGONOS DE FRECUENCIA PARA I- LA LONGITUD DE LAS FIBRAS Y II- LA ALTURA DE LA PORCION MULTISERIADA DE RAYOS PARA: A- *Liquidambar macrophylla* O. y B- *Liquidambar styraciflua* L.

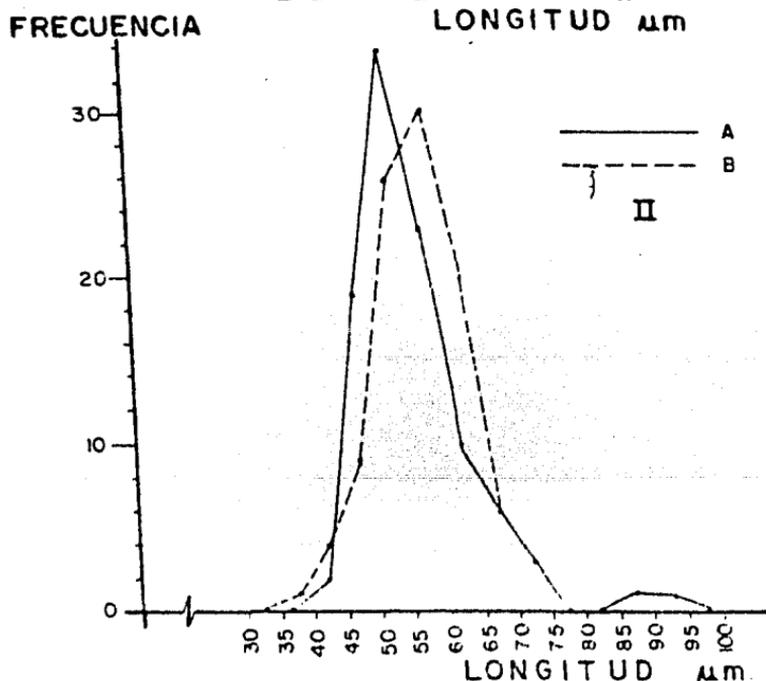
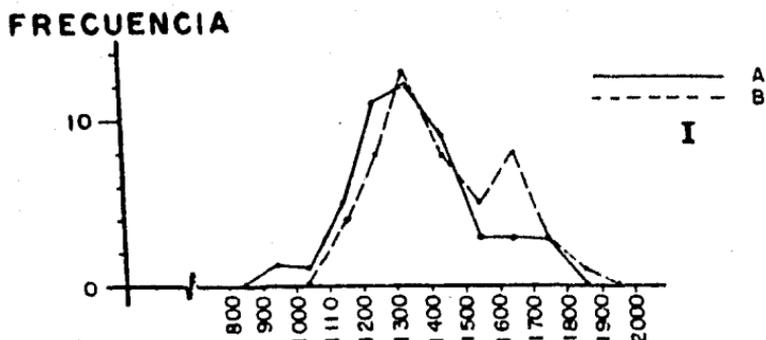


FIGURA 43 POLIGONOS DE FRECUENCIA COMPARATIVOS PARA I.- LA LONGITUD DE LOS ELEMENTOS DE VASO y II.- EL DIAMETRO TANGENCIAL DE LOS ELEMENTOS DE VASO PARA A: *Liquidambar macrophylla* O. y B: *Liquidambar styraciflua* L.

FRECUENCIA

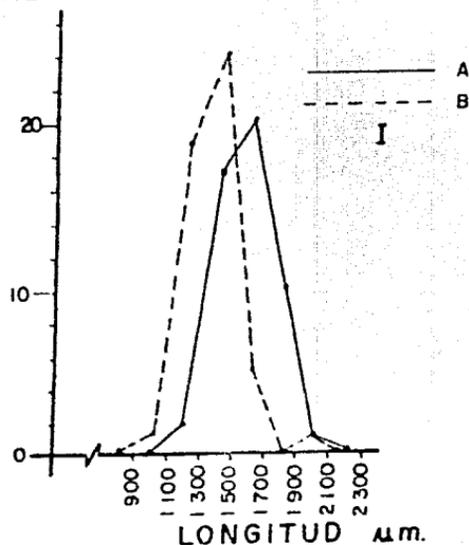
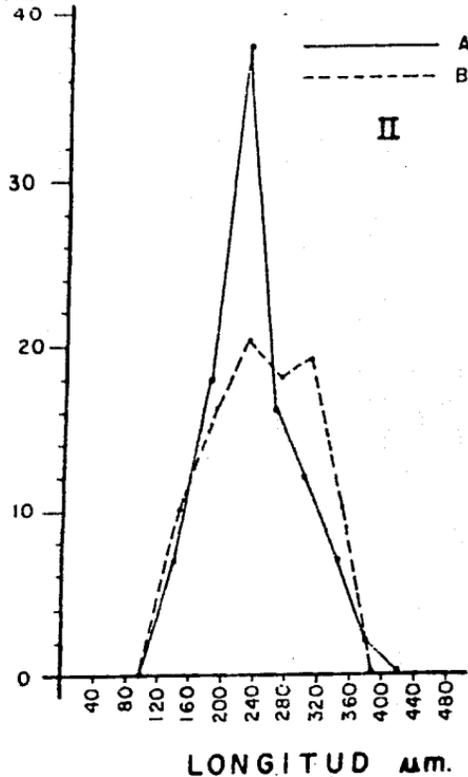


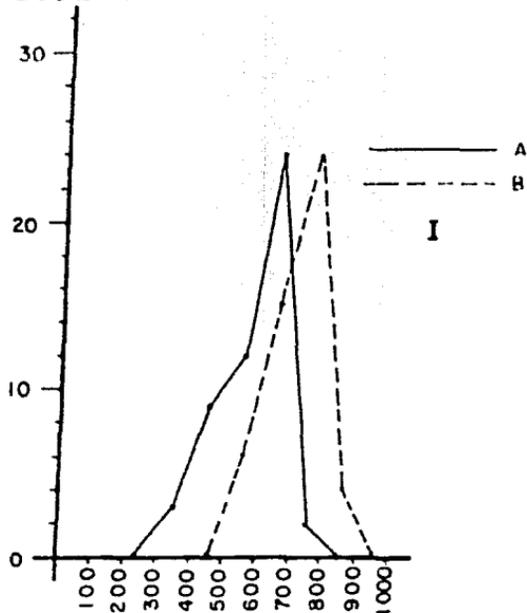
FIGURA 44

POLIGONOS DE FRECUENCIA COMPARATIVOS PARA: I.- LA LONGITUD DE LAS FIBRAS y II.- LA ALTURA DE LA PORCION MULTISERIADA DE RAYOS PARA A.- *Juglans pyriformis*. Liebmam y B.- *Juglans nigra* L.

FRECUENCIA

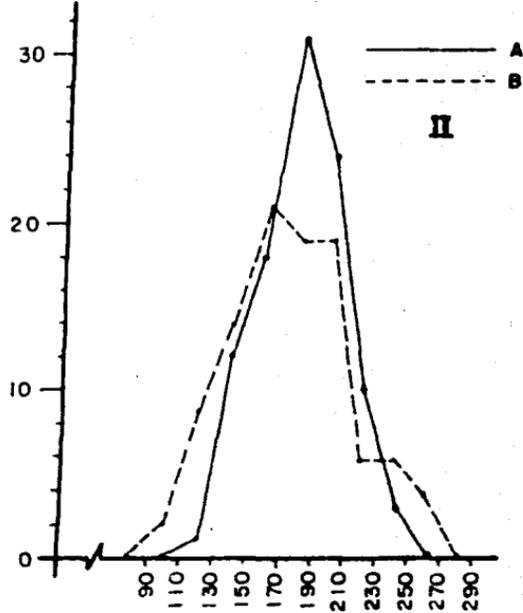


FRECUENCIA



I

FRECUENCIA



II

FIGURA 45

POLIGONOS DE FRECUENCIA COMPARATIVOS PARA I.-LA LONGITUD DE LOS ELEMENTOS DE VASO y II.-EL DIAMETRO TANGENCIAL DE LOS ELEMENTOS DE VASO PARA A.- *Juglans pyriformis* Liebmann. y B.- *Juglans nigra* L.

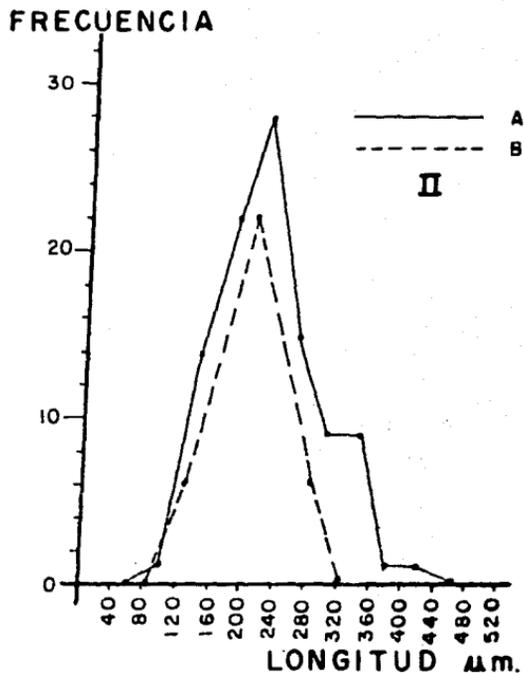
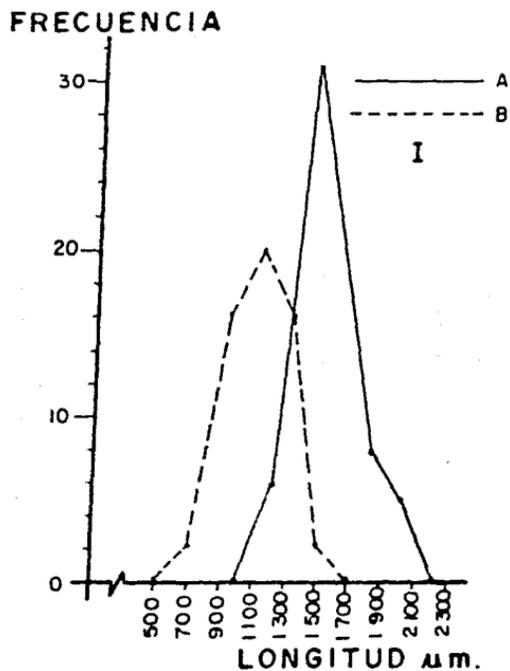


FIGURA 46

POLIGONOS DE FRECUENCIA COMPARATIVOS PARA I- LA LONGITUD DE LAS FIBRAS y II- LA ALTURA DE LA PORCION MULTISERIADA DE RAYOS PARA A- *Carpinus caroliniana* Walt. (DE MEXICO) y *Carpinus caroliniana* Walt (DE EE.UU.; CONSTRUIDA BIBLIOGRAFICAMENTE)

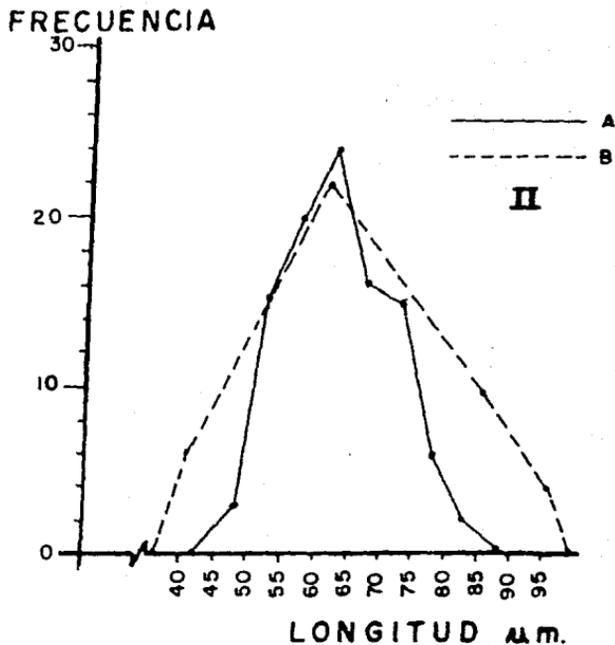
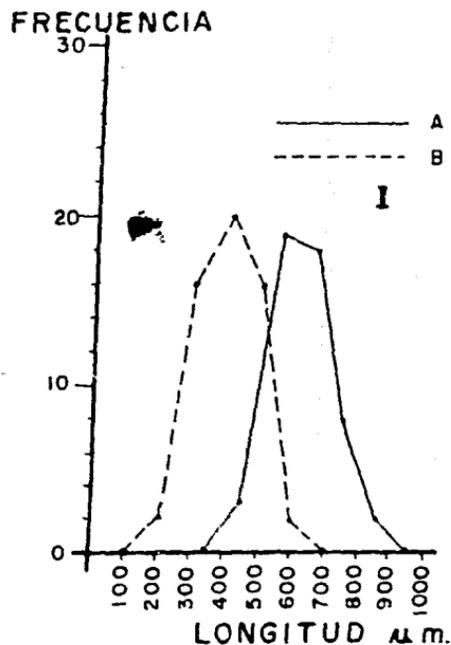
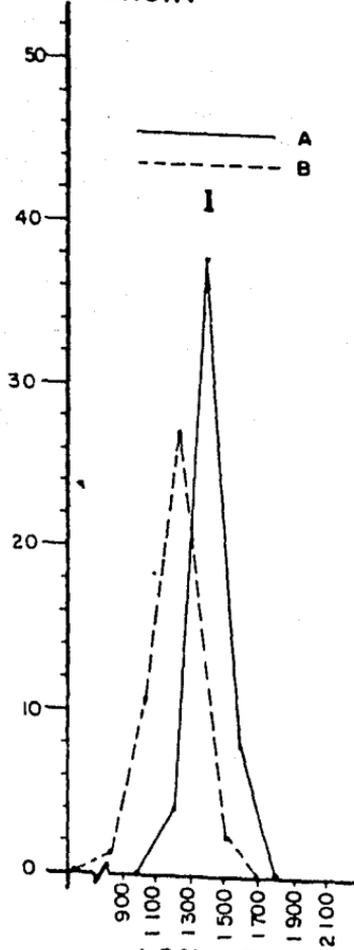


FIGURA 47

POLIGONOS DE FRECUENCIA COMPARATIVOS PARA
 I- LA LONGITUD DE LOS ELEMENTOS DE VASO y II
 EL DIAMETRO TANGENCIAL DE LOS ELEMENTOS DE VASO
 PARA A- *Carpinus caroliniana* Walt. (DE MEXICO) y B- *Carpinus*
caroliniana Walt. (DE EE. UU. CONSTRUIDA BIBLIOGRAFICAMENTE)

FRECUENCIA



FRECUENCIA

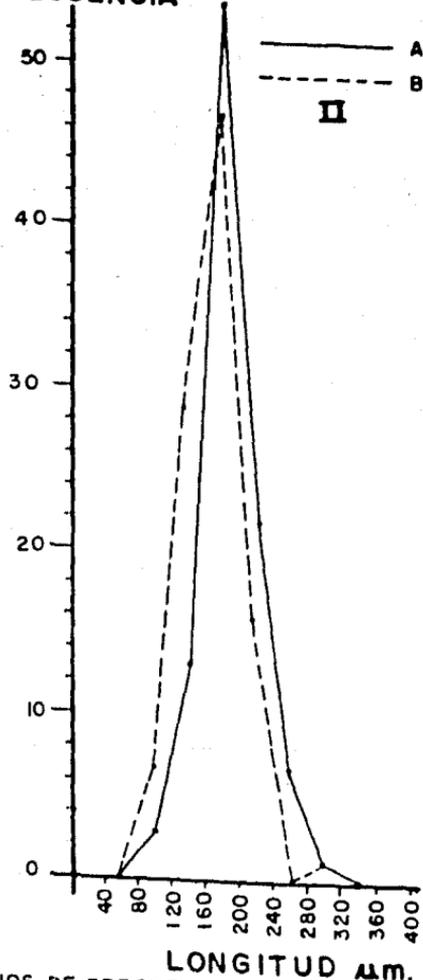


FIGURA 48

POLIGONOS DE FRECUENCIA COMPARATIVOS PARA I- LA LONGITUD DE LAS FIBRAS y II- LA ALTURA DE LA PORCION MULTISERIADA DE RAYOS PARA A.- *Fraxinus uhdei* (Wenzing) Lingelshelm y B.- *Fraxinus americana* L.

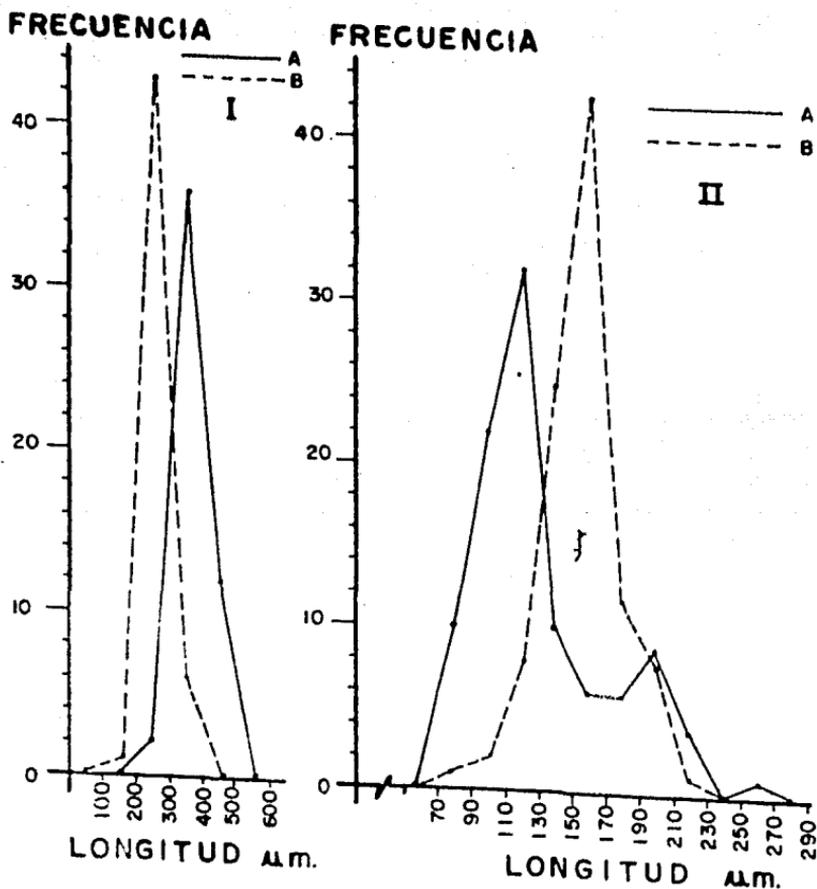


FIGURA 49

POLIGONOS DE FRECUENCIA COMPARATIVOS PARA I.- LA LONGITUD DE LOS ELEMENTOS DE VASO Y II.- PARA EL DIAMETRO TANGENCIAL DE LOS ELEMENTOS DE VASO PARA A.- *Fraxinus uhdéi* (Wenzing) Lingelsheim, y B.- *Fraxinus americana*, L.

I

MUESTRAS ANALIZADAS	DIFERENCIA ABSOLUTA		DIFERENCIA DE ERROR ESTANDARD	3 VECES LA DIF. ERROR E.	SIGNIFICANCIA
	EN	$\mu m.$			
O14D-022 C	55		27.5	82.5	-
O20B - E1	155		30.3	91.0	+
O18D-014 C	68		42.4	127.3	-
O18A - E1	139		23.1	69.3	+
O18B-020 C	173		26.2	79.9	+
O21A-020 C	675		49.7	149.3	+

II

MUESTRAS ANALIZADAS	DIFERENCIA ABSOLUTA		DIFERENCIA DE ERROR ESTANDARD	3 VECES LA DIF. ERROR E.	SIGNIFICANCIA
	EN	$\mu m.$			
O14D-022 D	140		33.9	101.6	+
O20B - E1	342		28.7	86.2	+
O18D-014 C	75		32.4	97.3	-
O18A - E1	213		31.5	94.6	+
O18B-020 C	66		31.4	94.2	-
O21A-020 C	691		50.8	152.5	+

FIGURA 50

SIGNIFICANCIA PARA *Liquidambar macrophylla* O. Y *Liquidambar styraciflua* L. PARA I.- LA LONGITUD DE FIBRAS Y II.- LA LONGITUD DE LOS ELEMENTOS DE VASO.

I

MUESTRAS ANALIZADAS	DIFERENCIA ABSOLUTA		DIFERENCIA DE ERROR ESTANDARD	3 VECES LA DIF. ERROR E.	SIGNIFICANCIA
	EN	μm			
014A-020C	3		1.5	4.4	-
014A-020A	5		1.1	3.2	+
020C-EI	5		1.5	4.6	+
020A-020C	2		1.5	4.5	-
014A-021C	13		1.1	3.4	+
018A-EI	7		1.0	3.0	+

II

MUESTRAS ANALIZADAS	DIFERENCIA ABSOLUTA		DIFERENCIA DE ERROR ESTANDARD	3 VECES LA DIF. ERROR E.	SIGNIFICANCIA
	EN	μm			
014A-020C	19		50.0	168.1	-
014A-020A	41		8.8	26.4	+
020C-EI	45		9.1	27.2	+
020A-020C	22		8.9	26.9	+
014A-021C	54		8.3	24.8	+
018A-EI	57		9.1	27.3	+

FIGURA 51

SIGNIFICANCIA PARA *Liquidambar macrophylla* O. Y *Liquidambar styraciflua* L. PARA I.- EL DIAMETRO TANGENCIAL DE LOS VASOS Y II.- LA PORCION MULTISERIADA DE LOS RAYOS

I

MUESTRAS ANALIZADAS	DIFERENCIA ABSOLUTA EN μm	DIFERENCIA DE ERROR ESTANDAR	3 VECES LA DIF. ERROR E.	SIGNIFICANCIA
015C - 026 A	55	31.1	93.2	-
026B - E2	340	15.1	45.3	+
026B - 026 D	163	28.3	84.8	+
015D - 017 D	162	27.4	82.3	+
015C - 017 C	245	29.4	88.3	+
015D - E2	397	29.2	87.4	+

II

MUESTRAS ANALIZADAS	DIFERENCIA ABSOLUTA EN μm	DIFERENCIA DE ERROR ESTANDAR	3 VECES LA DIF. ERROR E.	SIGNIFICANCIA
015C - 026 A	83	45.2	135.7	-
026B - E2	48	12.6	37.9	+
026B - 026 D	43	14.7	44.0	-
015D - 017 D	111	18.8	56.4	+
015C - 017 C	136	15.5	46.4	+
015D - E2	84	12.5	37.6	+

FIGURA 52

SIGNIFICANCIA PARA *Juglans pyriformis* Liebmann Y *Juglans nigra* L. PARA I - LA LONGITUD DE FIBRAS Y II LA LONGITUD DE LOS ELEMENTOS DE VASO.

I

MUESTRAS ANALIZADAS	DIFERENCIA ABSOLUTA EN μm	DIFERENCIA DE ERROR ESTANDARD	3 VECES LA DIF. ERROR E.	SIGNIFICANCIA
O17A - O17 C	6	4.2	12.5	-
O17A - O26A	17	4.4	13.2	+
O15C - O17 C	44	4.6	13.8	+
O17 C - E2	26	4.9	14.8	+
O15A - O26A	21	4.8	14.5	+
O26C - E2	8	4.7	14.0	-

II

MUESTRAS ANALIZADAS	DIFERENCIA ABSOLUTA EN μm	DIFERENCIA DE ERROR ESTANDARD	3 VECES LA DIF. ERROR E.	SIGNIFICANCIA
O17A - O17 C	5	7.6	22.7	-
O17A - O26A	61	11.3	34.1	+
O15C - O17 C	81	10.2	30.5	+
O17C - E2	15	8.3	25.0	-
O15A - O26A	25	13.2	39.7	-
O26C - E2	44	8.7	26.2	+

FIGURA 53

SIGNIFICANCIA PARA *Juglans pyriformis* Liebmann Y *Juglans nigra* L. PARA I.- EL DIAMETRO TANGENCIAL DE LOS VASOS Y II.-LA ALTURA DE LA PORCION MULTISERIADA DE RAYOS

I

MUESTRAS ANALIZADAS	DIFERENCIA ABSOLUTA EN μm	DIFERENCIA DE ERROR ESTANDAR	3 VECES LA DIF. ERROR E.	SIGNIFICANCIA
024A-024B	382	19.4	58.1	+
024C-025C	1398	44.8	134.4	+
025A - E3	207			
025C - E3	230			
016A - 024C	1337	46.9	140.9	+
016C - 025A	101	26.8	80.4	+

II

MUESTRAS ANALIZADAS	DIFERENCIA ABSOLUTA EN μm	DIFERENCIA DE ERROR ESTANDAR	3 VECES LA DIF. ERROR E.	SIGNIFICANCIA
024A - 024B	746	23.8	71.6	+
024C - 025C	1175	42.8	128.4	+
025A - E3				
025C - E3				
016A - 024C	1297	43.4	130.2	+
016C - 024A	3	16.9	50.9	-

FIGURA 54

SIGNIFICANCIA PARA *Carpinus caroliniana* Walt DE MEXICO Y EE. UU. PARA I.- LA LONGITUD DE FIBRAS Y II.- LA LONGITUD DE LOS ELEMENTOS DE VASO.

I

MUESTRAS ANALIZADAS	DIFERENCIA ABSOLUTA EN μm	DIFERENCIA DE ERROR ESTANDAR	3 VECES LA DIF. ERROR E.	SIGNIFICANCIA
024 A-025 A	17	1.5	4.4	+
025 A- E 3				
016 A- E 3				
016 C-024 C	3	1.4	4.1	-
016 A-025 C	29	1.7	5.1	+
016 C-025 A	20	1.6	4.8	+

II

MUESTRAS ANALIZADAS	DIFERENCIA ABSOLUTA EN μm	DIFERENCIA DE ERROR ESTANDAR	3 VECES LA DIF. ERROR E.	SIGNIFICANCIA
024 A-025 A	90	9.5	28.6	+
025 A- E 3				
016 A- E 3				
016 C-024 C	83	6.8	20.3	+
016 A-025 C	11	9.4	28.2	-
016 C-025 A	1	29.2	87.5	-

FIGURA 55

SIGNIFICANCIA PARA *Carpinus caroliniana* Walt. DE MEXICO Y EE. UU. PARA I.- EL DIAMETRO TANGENCIAL DE VASOS Y II.- LA ALTURA DE LA PORCION MULTISERIADA DE RAYOS

I

MUESTRAS ANALIZADAS	DIFERENCIA ABSOLUTA		DIFERENCIA DE ERROR ESTANDARD	3. VECES LA DIF. ERROR E.	SIGNI- FICANCIA
	EN	μm			
030C- E 4	1	5 8	17.3	51.9	+
030A-019D	1	9 0	16.6	49.9	+
019C-030D	3	1 1	18.6	55.7	+
019A-019D	1	0 4	29.0	87.1	+
019A-030D	3	7 2	26.9	80.7	+
030D- E 4		6 3	27.9	83.7	-

II

MUESTRAS ANALIZADAS	DIFERENCIA ABSOLUTA		DIFERENCIA DE ERROR ESTANDARD	3 VECES LA DIF. ERROR E.	SIGNI- FICANCIA
	EN	μm			
030C- E 4	1	1 6	6.7	20.0	+
030A-019D	1	2 1	13.7	41.0	+
019C-030D	6	6 2	23.1	69.3	+
019A-019D		8 9	14.6	43.9	+
019A-030D		9	8.7	26.1	-
030D- E 4	1	1 3	5.1	15.3	+

FIGURA 56

SIGNIFICANCIA PARA *Fraxinus uhdei* (Wenzig) Lingelsheim. Y *Fraxinus americana* L. PARA I- LA LONGITUD DE FIBRAS Y II- LA LONGITUD DE LOS ELEMENTOS DE VASO.

I

MUESTRAS ANALIZADAS	DIFERENCIA ABSOLUTA EN μm	DIFERENCIA DE ERROR ESTANDARD	3 VECES LA DIF. ERROR E.	SIGNIFICANCIA
030A-030C	6	8.8	20.3	-
019A-030A	15	6.2	18.7	-
019A-030C	9	6.2	18.6	-
019C-E 4	23	4.7	14.0	+
019C-030C	135	6.2	18.7	+
019A-E 4	12	4.6	13.7	-

II

MUESTRAS ANALIZADAS	DIFERENCIA ABSOLUTA EN μm	DIFERENCIA DE ERROR ESTANDARD	3 VECES LA DIF. ERROR E	SIGNIFICANCIA
030A-030C	17	4.8	14.4	+
019A-030A	27	4.7	14.2	+
014A-030C	10	4.7	14.2	-
019C-E 4	2	4.4	13.1	-
019C-030C	4	4.5	13.6	-
019A-E 4	4	4.6	13.7	-

FIGURA 57

SIGNIFICANCIA PARA *Fraxinus undulata* (Wenzig) Lingelsheim Y *Fraxinus americana* L. PARA I- EL DIAMETRO TANGENCIAL DE VASOS Y II- LA PORCION MULTISERIADA DE RAYOS

FUENTE	GRADOS DE LIBERTAD	MEDIA CUADRADA	F	NIVEL DE PROBABILIDAD	NIVEL DE CONFIANZA %
MEDIA	1	1 362 937 344	314 .03	0. 000	—
GENERO	3	19 214 192	4.43	0. 048	95. 2
ESPECIE (GENERO)	4	3 770 752	0.87	0. 527	47.3
ERROR	7	4 340 123	—	—	—

FIGURA 58

TABLA DE RESULTADOS DEL ANALISIS DE VARIANZA PARA LA LONGITUD DE FIBRAS DE LAS CUATRO ESPECIES MEXICANAS.

FUENTE	GRADOS DE LIBERTAD	MEDIA CUADRADA	F	NIVEL DE PROBABILIDAD	NIVEL DE CONFIANZA %
MEDIA	1	303 610 112	50.12	0.000	—
GENERO	3	29 981 728	4.95	0.038	96.2
ESPECIE (GENERO)	4	1 954 234	0.32	0.809	19.1
ERROR	7	6 057 501	—	—	—

FIGURA 59

TABLA DE RESULTADOS DEL ANALISIS DE VARIANZA PARA LA LONGITUD DE LOS ELEMENTOS DE VASO DE LAS CUATRO ESPECIES MEXICANAS.

FUENTE	GRADOS DE LIBERTAD	MEDIA CUADRADA	F	NIVEL DE PROBABILIDAD	NIVEL DE CONFIANZA %
MEDIA	1	6 243 682	770.33	0.000	—
GENERO	3	384 991	47.50	0.000	99.99
ESPECIE (GENERO)	4	9 188	1.13	0.399	60.1
ERROR	7	8 105	—	—	—

FIGURA 60

TABLA DE RESULTADOS DEL ANALISIS DE VARIANZA PARA EL DIAMETRO TANGENCIAL DE LOS ELEMENTOS DE VASO DE LAS CUATRO ESPECIES MEXICANAS.

FUENTE	GRADOS DE LIBERTAD	MEDIA CUADRADA	F	NIVEL DE PROBABILIDAD	NIVEL DE CONFIANZA %
MEDIA	1	6 989 388	862.34	0.000	—
GENERO	3	526 182	64.92	0.000	99.99
ESPECIE (GENERO)	4	5 251	0.65	0.646	35.4
ERROR	7	8 105	—	—	—

FIGURA 61

TABLA DE RESULTADOS DEL ANALISIS DE VARIANZA PARA LA ALTURA DE LA PORCION MULTISE- RIADA DE LOS RAYOS DE LAS CUATRO ESPECIES MEXICANAS.

FUENTE	GRADOS DE LIBERTAD	MEDIA CUADRADA	F	NIVEL DE PROBABILIDAD	NIVEL DE CONFIANZA %
MEDIA	1	5 724 131 328	1424.17	0.000	—
GENERO	3	35 978 672	8.95	0.000	—
ALTURA	1	46 528	0.01	0.915	8.5
POSICION	1	8 214 576	2.04	0.163	83.7
GENERO - ALTURA	3	3 163 973	0.79	0.511	48.9
GENERO - POSICION	3	1 495 962	0.37	0.774	22.6
ALTURA - POSICION	1	44 208	0.01	0.917	8.3
GENERO-ALTURA-POSICION	3	2 289 834	0.57	0.639	36.1
ERROR	30	4 019 268	—	—	—

FIGURA 62

TABLA DE RESULTADOS DEL ANALISIS DE VARIANZA DE LA LONGITUD DE FIBRAS PARA EL EFECTO DE ALTURA Y POSICION ENTRE LAS MUESTRAS.

FUENTE	GRADOS DE LIBERTAD	MEDIA CUADRADA	F	NIVEL DE PROBABILIDAD	NIVEL DE CONFIANZA %
MEDIA	1	1 302 084 608	163.90	0 . 000	—
GENERO	3	87 911 616	24.57	0 . 000	—
ALTURA	1	22 560	0.01	0 . 937	6.3
POSICION	1	3 480 080	0.97	0 . 332	65.6
GENERO - ALTURA	3	2 374 928	0.66	0 . 581	41.9
GENERO - POSICION	3	3 592 000	1.00	0 . 405	59.5
ALTURA - POSICION	1	122 064	0.03	0 . 855	14.5
GENERO-ALTURA-POSICION	3	710 986	0.20	0 . 896	10.4
ERROR	30	3 578 178	—	—	—

FIGURA 63

TABLA DE RESULTADOS DEL ANALISIS DE VARIANZA DE LA LONGITUD DE LOS ELEMENTOS DE VASO PARA EL EFECTO DE ALTURA Y POSICION ENTRE LAS MUESTRAS.

FUENTE	GRADOS DE LIBERTAD	MEDIA CUADRADA	F	NIVEL DE PROBABILIDAD	NIVEL DE CONFIANZA %
MEDIA	1	25 476 384	2912.20	0.000	—
GENERO	3	1 809 479	206.84	0.000	—
ALTURA	1	2 036	0.23	0.633	37.7
POSICION	1	1 767	0.20	0.656	34.4
GENERO - ALTURA	3	1 354	0.15	0.926	7.4
GENERO - POSICION	3	1 216	0.14	0.936	6.4
ALTURA - POSICION	1	3 201	0.37	0.550	45.0
GENERO-ALTURA-POSICION	3	2 714	0.31	0.818	18.2
ERROR	30	8 742	—	—	—

FIGURA 64

TABLA DE RESULTADOS DEL ANALISIS DE VARIANZA DEL DIAMETRO TANGENCIAL DE LOS ELEMENTOS DE VASO PARA EL EFECTO DE ALTURA Y POSICION ENTRE LAS MUESTRAS.

FUENTE	GRADOS DE LIBERTAD	MEDIA CUADRADA	F	NIVEL DE PROBABILIDAD	NIVEL DE CONFIANZA %
MEDIA	1	105 476 256	1476.56	0.000	—
GENERO	3	1 264 834	17.71	0.000	—
ALTURA	1	70 486	0.99	0.328	67.2
POSICION	1	9	0.00	0.991	0.9
GENERO - ALTURA	3	22 050	0.31	0.819	18.1
GENERO - POSICION	3	6 841	0.10	0.962	3.8
ALTURA - POSICION	1	5 849	0.08	0.777	22.3
GENERO-ALTURA-POSICION	3	9 455	0.13	0.940	6.0
ERROR	30	71 433	—	—	—

FIGURA 65

TABLA DE RESULTADOS DEL ANALISIS DE VARIANZA DE LA ALTURA DE LA PORCION MULTISERIADA DE LOS RAYOS PARA EL EFECTO DE LA ALTURA Y POSICION ENTRE LAS MUESTRAS.

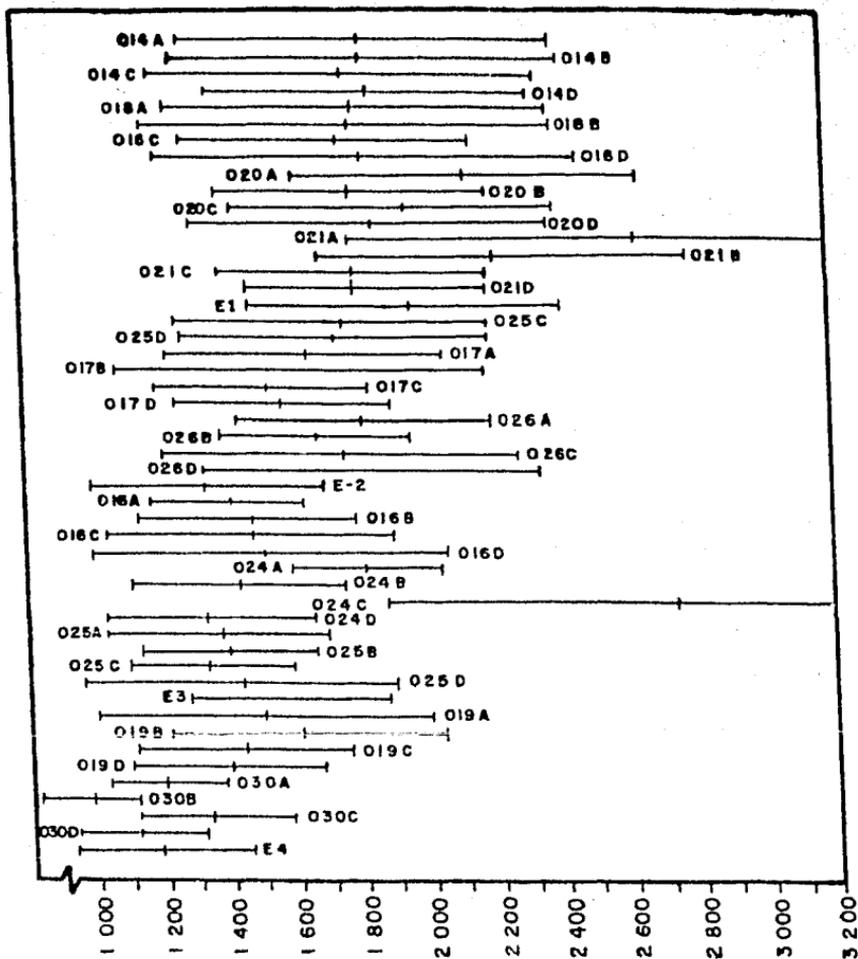


FIGURA 66 ESQUEMAS DE LOS RANGOS DE VARIACION DE LA LONGITUD DE FIBRAS A 20 PARA CADA UNA DE LAS MUESTRAS ANALIZADAS

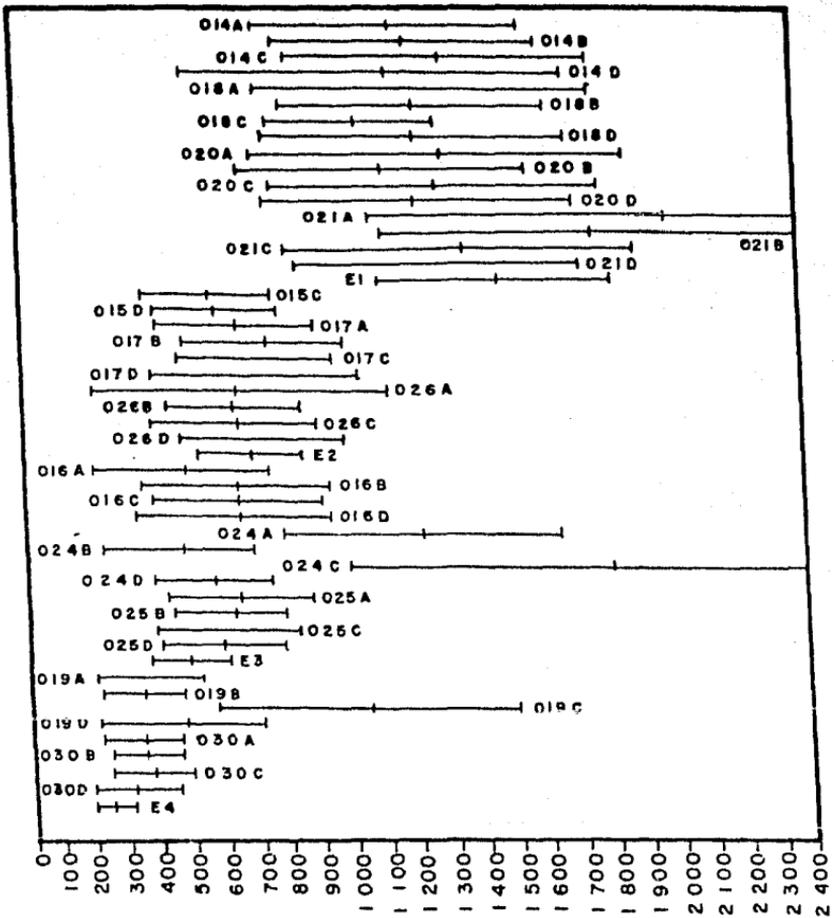


FIGURA 67

ESQUEMAS DE LOS RANGOS DE VARIACION DE LA LONGITUD DE LOS ELEMENTOS DE VASO A 20 PARA CADA UNA DE LAS MUESTRAS ANALIZADAS.

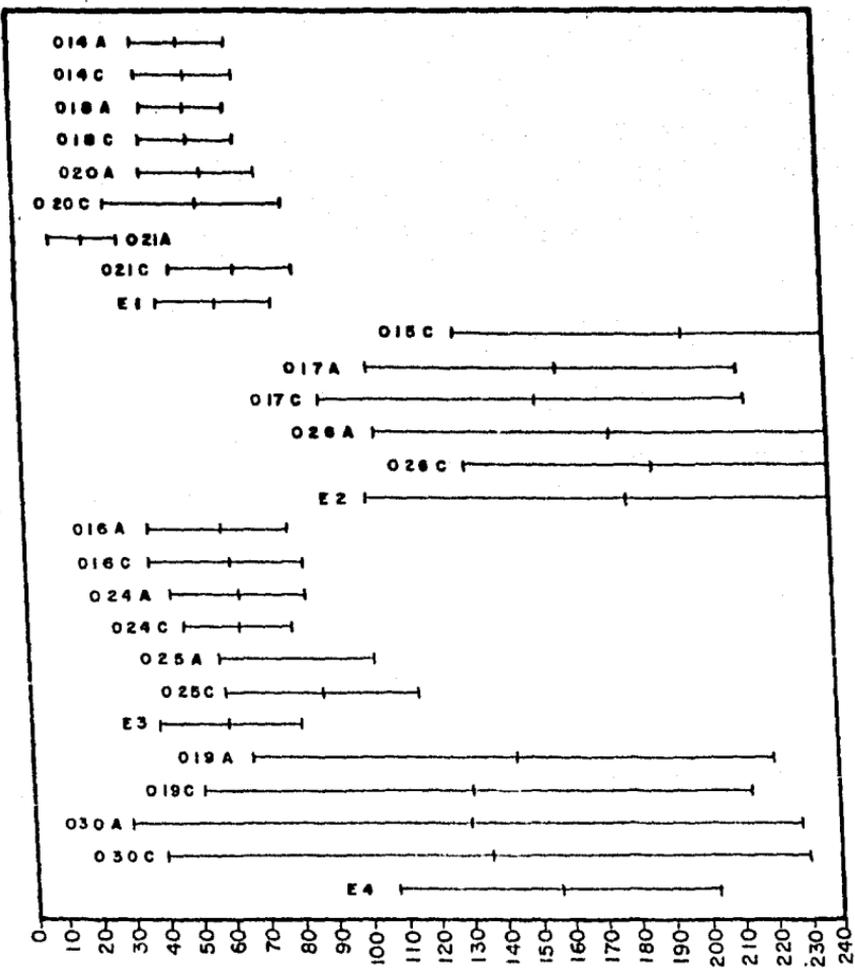


FIGURA 68 ESQUEMAS DE LOS RANGOS DE VARIACION DEL DIAMETRO TANGENCIAL DE LOS ELEMENTOS DE VASO A 20 PARA CADA UNA DE LAS MUESTRAS ANALIZADAS.

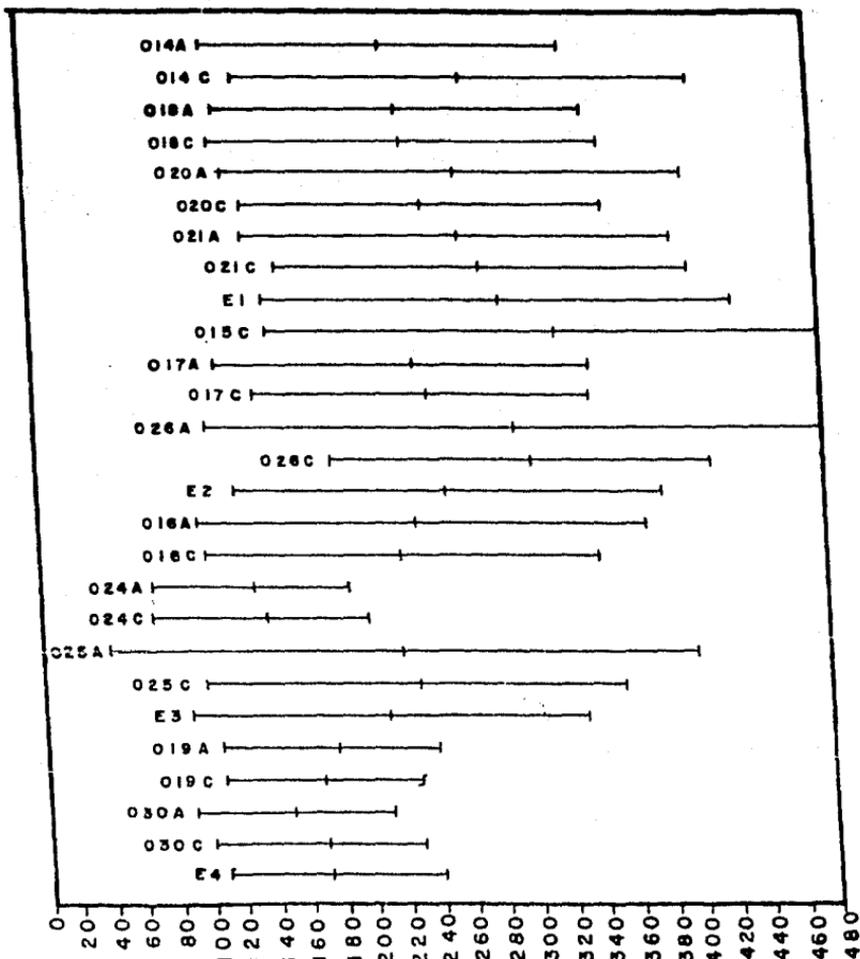


FIGURA 69

ESQUEMAS DE LOS RANGOS DE VARIACION DE LA ALTURA MULTISERIADA DE LOS RAYOS A 20 PARA CADA UNA DE LAS MUESTRAS ANALIZADAS.

ESPECIES COMPARADAS	CARACTER	t	PROBABILIDAD
<i>Liquidambar macrophylla</i> Y <i>Liquidambar styraciflua</i>	LONGITUD FIBRAS	0.00321	< 0.50
	LONGITUD VASOS	7.64085	> 0.01
	DIAMETRO VASOS	7.27273	> 0.01
	ALTURA RAYOS	7.20721	> 0.01
<i>Juglans pyriformis</i> Y <i>Juglans nigra</i>	LONGITUD FIBRAS	0.15346	< 0.50
	LONGITUD VASOS	6.40809	> 0.01
	DIAMETRO VASOS	3.57853	> 0.01
	ALTURA RAYOS	8.06061	> 0.01
<i>Carpinus caroliniana</i>	LONGITUD FIBRAS	6.05060	> 0.01
	LONGITUD VASOS	0.43562	> 0.50
	DIAMETRO VASOS	1.39860	0.5 > 0.1
	ALTURA RAYOS	3.02688	> 0.01
<i>Fraxinus undei</i> Y <i>Fraxinus americana</i>	LONGITUD FIBRAS	9.36959	> 0.01
	LONGITUD VASOS	10.41845	> 0.01
	DIAMETRO VASOS	2.63736	> 0.01
	ALTURA RAYOS	0.87913	0.5 > 0.1

FIGURA 70

TABLA COMPARATIVA DE LOS RESULTADOS DE LA PRUEBA DE STUDENT (t) AL HACER COMPARACIONES INTERESPECIFICAS ENTRE LAS ESPECIES QUE VEGETAN EN MEXICO Y LAS DE E.E. U.U.