

**Universidad Nacional Autónoma de México**

**FACULTAD DE CIENCIAS**



---

**Fagus mexicana MARTINEZ,**

**SU ECOLOGIA E IMPORTANCIA**

**TESIS PROFESIONAL**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
B I O L O G O  
P R E S E N T A**

**EDUARDO ALBERTO EHNIS DUHNE**

**MEXICO, D. F.**

**1961**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

# TESIS CON FALLA DE ORIGEN

# INDICE .

	Página
1.- INTRODUCCION	1
1.1. Antecedentes . . . . .	2
1.2. Importancia . . . . .	3
1.3. Objetivos . . . . .	4
2.- MATERIAL Y METODOS	5
3.- <u>Fagus mexicana</u> MARTINEZ	15
3.1. Posición taxonómica . . . . .	15
3.2. Descripción . . . . .	18
3.3. Distribución geográfica . . . . .	19
3.4. Datos paleobiológicos . . . . .	21
4.- DESCRIPCION DE LAS ZONAS DE ESTUDIO	27
4.1. Factores Físicos	
4.1.1. Localización . . . . .	27
4.1.2. Relieve . . . . .	29
4.1.3. Clima . . . . .	31
4.1.4. Geología . . . . .	38
4.1.5. Suelo . . . . .	40
4.2. Factores bióticos	
4.2.1. Vegetación . . . . .	46
4.2.2. Fauna . . . . .	65

4.2.3. Agricultura y Ganadería . . . . .	66
4.2.4. Talas, Incendios y Pastoreo . . . . .	67
5.- FENOLOGIA DE <u>Fagus mexicana</u> . . . . .	69
5.1. Hojas . . . . .	69
5.2. Floración . . . . .	70
5.3. Fructificación . . . . .	71
5.4. Semillas . . . . .	72
6.- DEMOGRAFIA . . . . .	75
6.1. Número de individuos en la zona . . . . .	75
6.2. Distribución de edades . . . . .	78
7.- USOS ACTUALES Y POTENCIALES . . . . .	85
7.1. Usos de la madera . . . . .	85
7.2. Productos derivados de la madera . . . . .	90
7.3. Usos de la semilla . . . . .	92
7.4. Ornato . . . . .	94
8.- DISCUSION GENERAL . . . . .	95
8.1. Aspectos ecológicos . . . . .	95
8.2. Causas de la distribución de <u>Fagus mexicana</u> . . . . .	100
8.3. <u>Fagus mexicana</u> como una especie amenazada . . . . .	106
8.4. Importancia ecológica del bosque de <u>Fagus mexicana</u> . . . . .	109
9.- CONCLUSIONES . . . . .	111
10.- RECOMENDACIONES . . . . .	114
11.- BIBLIOGRAFIA . . . . .	118

Ramilla con yemas  
foliares próximas  
a abrirse

Fagus mexicana M.



Inflorescencia  
femenina



Ramilla  
con inflorescencia  
masculina



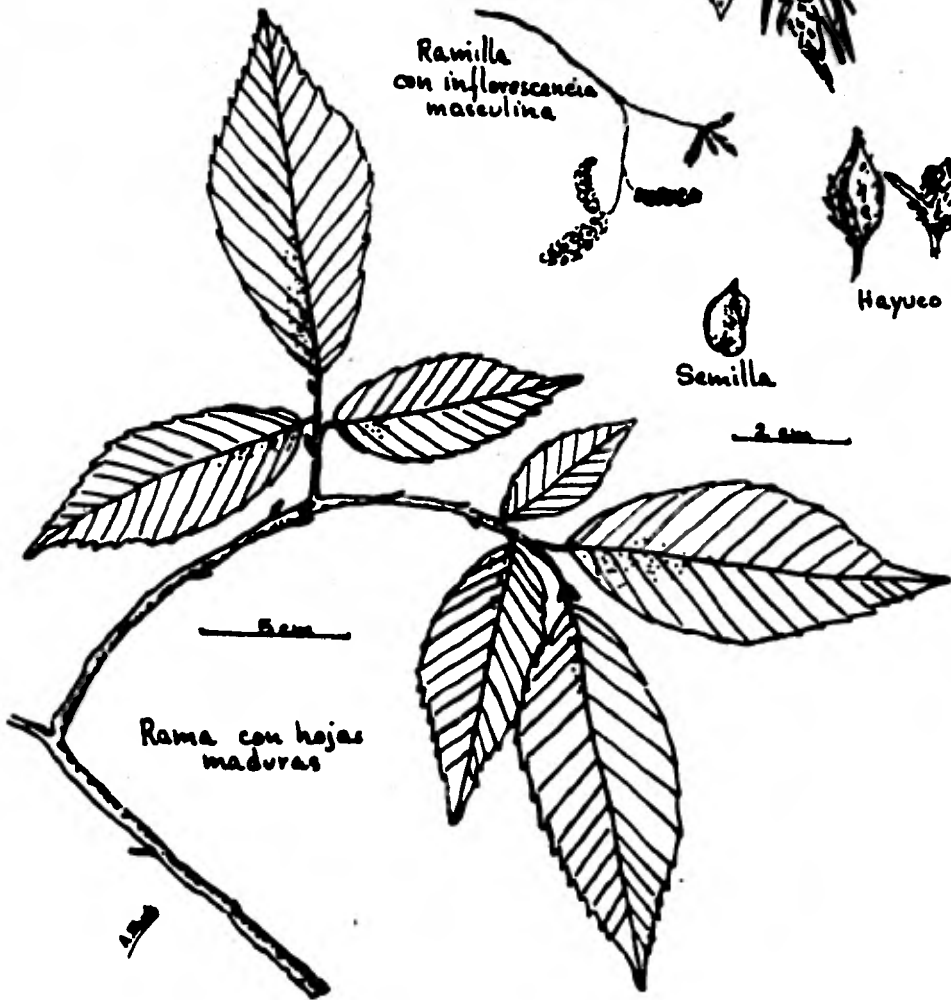
Hayuco



Semilla



2 cm



Rama con hojas  
maduras

5 cm

# 1.- INTRODUCCION

México es uno de los países más interesantes, contrastados y complejos del mundo en cuanto a su flora y fauna debido a su particular situación geográfica, a sus variadas condiciones orográficas, climáticas, hidrológicas, edafológicas y a su historia geológica (Bassols, 1975).

Los recursos forestales de México son amplios, ocupando el país el onceavo lugar en el mundo en cuanto a potencialidad productiva en el área forestal comercial (Anónimo, 1977); sin embargo la capacidad actual de los bosques no corresponde a esta potencialidad debido en parte a problemas demográficos, políticos, socioeconómicos y, primordialmente, al escaso conocimiento que poseemos con respecto a las especies que integran las diferentes comunidades vegetales y sus interrelaciones con el ecosistema.

Resulta indispensable para el adecuado aprovechamiento y conservación del recurso natural renovable que es la vegetación, el conocimiento de las distintas comunidades, de sus especies y de las interrelaciones de éstas con su medio ambiente (Rzedowski, 1978).

Fagus mexicana, árbol que alcanza grandes dimensiones, es una especie que se encuentra actualmente amenazada. Ern (1976) destaca la necesidad de reglamentar la utilización del bosque de Fagus "antes de que se extingan las escasas existencias relicticas de este interesante árbol". Martínez (1939a) propone que esta útil especie se conserve y propague pa

ra el fomento de nuestra riqueza forestal.

En base a lo anterior se propuso al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales el desarrollo de un estudio específico para esta especie, el cual fue realizado en el Departamento de Ecología de dicha Institución, como parte del subproyecto "Protección a especies amenazadas", perteneciente al proyecto "Protección".

#### 1.1. ANTECEDENTES:

La "haya" (Fagus mexicana) fue descrita por primera vez en 1939 por el profesor Maximino Martínez (1939a) basado en ejemplares colectados en los montes de Zacatlamaya, cerca de Zacualtipán, Hidalgo. En estudios forestales anteriores a esta fecha se había confundido la haya con especies del género Quercus (Lassé 1944).

Una muestra de madera poco común, encontrada por el Ing. Esquivias Ojeda y el guarda forestal David Sánchez Galicia, comisionados por la Delegación Forestal en Pachuca, Hgo. para revisar algunos predios de los municipios de Zacualtipán y Agua Blanca, fue el motivo para realizar estudios sobre esta especie. Dicha muestra de madera fue enviada al profesor Maximino Martínez quien le encontró caracteres especiales. Posteriormente le fueron enviadas muestras de este árbol conteniendo flores y frutos, con lo cual determinó que se trataba del género Fagus, mismo que hasta esa fecha no había sido mencionado en la flora de México (Mar-



tínez, 1939; Lassé, 1944; Little, 1963).

M. Martínez envió una muestra de esta especie a los herbarios de Kew en Inglaterra, donde fue declarada diferente a las especies que habitan en Europa Central (Lassé, 1944). Más tarde, consultando especialistas y herbarios de los Estados Unidos, Martínez llegó a la conclusión de que se trataba de una nueva especie de haya a la que denominó Fagus mexicana MARTINEZ, diferente a la que habita en el este de los Estados Unidos.

Los ejemplares tipo de esta nueva especie fueron depositados en el Instituto de Biología y en el Departamento Forestal en México; en el Herbario Nacional de Washington, en el Gay Herbarium, en el Field Museum of Natural History y en el Arnold Arboretum de Boston, en los Estados Unidos (Martínez, 1939; Little, 1963).

#### 1.2. IMPORTANCIA:

El género Fagus ha sido ampliamente estudiado en Europa y Estados Unidos debido al alto valor comercial de los productos obtenidos a partir de estos árboles (Braun, 1950; Rushmore, 1961).

Tanto en las regiones del este de Estados Unidos, sureste de Canadá como en Europa Central la haya forma extensos bosques; en México este género existe únicamente en áreas muy pequeñas, restringidas a cañadas húmedas con pendientes muy pronunciadas.

Aunque actualmente Fagus mexicana no se explota con fines comerciales, es potencialmente importante en la industria ya que su madera es de excelente calidad para la fabricación de muebles, siendo además su semilla comestible (Martínez, 1959).

### 1.3. OBJETIVOS:

Debido a la escasa población de haya en las pocas localidades donde hasta ahora se ha registrado la existencia de esta especie y a la importancia forestal potencial que representa, este estudio está enfocado a:

- A. Conocer las condiciones ecológicas en las que se desarrolla Fagus mexicana.
- B. Determinar las posibles causas por las cuales Fagus mexicana presenta una distribución muy restringida.
- C. Conocer diversos usos actuales y potenciales de esta especie.

## 2.- MATERIAL Y METODOS

### 2.1 . ELECCION DE LAS ZONAS DE ESTUDIO:

Son pocas las localidades donde se ha registrado la presencia de Fagus mexicana (Fox y Sharp, 1959). Para este trabajo se escogieron dos zonas:

a) una situada en el estado de Hidalgo, cerca de Zacualtipán, debido a que el bosque de haya se encuentra aparentemente poco perturbado y porque es el sitio donde esta comunidad abarca la mayor extensión.

b) la segunda se encuentra en el estado de Puebla, cerca de Tezcuatlán, donde a pesar de existir pocos individuos de haya es el punto más al sur en el que se ha encontrado esta especie (Ern, 1976).

### 2.2. DELIMITACION DEL AREA:

Para determinar la superficie ocupada por el bosque de Fagus se hicieron recorridos preliminares en ambas localidades. Posteriormente, empleando brújula, alfilerastro y cuerdas, se obtuvo el tamaño, forma y topología aproximados del área para cada zona. Estos croquis se compararon con fotografías aéreas, haciendo los ajustes requeridos.

### 2.3. SUELO Y LITOLOGIA SUPERFICIAL:

En la localidad de Zacualtipán se realizaron tres perfiles de

suelo escogiendo los sitios en diferentes altitudes dentro del bosque de haya. Dos perfiles se tomaron en áreas donde la masa de Fagus era pura, y un tercer perfil se tomó donde la haya estaba mezclada principalmente con Quercus.

En la zona cercana a Teziutlán se excavó un solo perfil en la parte central del área ocupada por Fagus mexicana y de ésta se obtuvieron las muestras correspondientes para el análisis de suelo.

Las muestras fueron procesadas en el Laboratorio de Suelos del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales (I.N.I.F.) analizando:

- a) Color: utilizando como referencia la carta de colores de Munsell.
- b) Textura.
- c) pH: empleando un potenciómetro con electrodo de vidrio en una mezcla suelo-agua 1:2.5.
- d) Contenido de Nitrógeno: medido por el método Kjeldhal.
- e) Capacidad de intercambio catiónico: mediante una solución extractora de acetato de amonio normal neutro. (Tabla 2).

Para conocer la litología superficial se colectaron diferentes muestras sobre el área y aquellas rocas obtenidas al hacer los perfiles de suelos. Este material fue clasificado en el mismo Laboratorio de Suelos del I.N.I.F.

#### 2.4. VEGETACION:

Para estudios florísticos en el área de Zacualtipán, en base a observaciones de campo, la vegetación se dividió en dos zonas: una comprendiendo la cubierta vegetal a lo largo de las márgenes de los arroyos y otra abarcando la superficie restante del bosque de Fagus.

La localidad en Teziutlán se consideró homogénea en su totalidad, principalmente por ser una superficie muy reducida.

Para los tres tipos de cubierta vegetal definidos en ambas localidades se elaboró primeramente la curva de área mínima para el estrato herbáceo (gráficas 5, 6, 7).

Para el estrato arbóreo se escogieron sitios rectangulares de 0.1 Ha (30 x 33 m), por ser el tamaño empleado comunmente en estudios de sonómetros.

Para el muestreo de vegetación en Zacualtipán se escogió el método sistemático al azar. De esta forma se establecieron 20 sitios de muestreo en tres transectos que recorren la zona de oriente a poniente (fig. 8). Sobre el transecto los sitios se colocaron cada 100 m dentro del bosque de haya, y simétricamente los sitios en diferentes transectos estaban a 300 m de distancia.

Para la vegetación riparia se establecieron 4 sitios; dos en cada arroyo y en diferentes altitudes (fig. 8).

En la localidad de Teziutlán se establecieron tres sitios de muestreo.

Con ello se cubrió un tamaño de muestra para el estrato arbóreo de 5% para Zacualtipán y un poco mayor para Teziutlán.

La vegetación se dividió en 4 estratos, parejo para todos los sitios, con objeto de unificar resultados y facilitar comparaciones. Así, el primer estrato (I) corresponde al rasante y va de 0 a 5 cm sobre el suelo; el estrato II va de 6 cm a 1 m, correspondiendo a las plantas herbáceas; el estrato III, arbustivo, va de 1.0 m hasta 3.0 m y el estrato arbóreo, IV, de 3.0 m en adelante. Un estrato V corresponde a las plantas epífitas, pero de ellas sólo se anotan en general algunas de las especies colectadas.

Por el escaso número de plantas en el sotobosque del bosque de Fagus, los tres primeros estratos (rasante, herbáceo y arbustivo) se midieron en sitios de 10 x 10 m; para árboles, tomando en cuenta aquellos individuos con diámetro a la altura del pecho mayor a 11 cm, los sitios fueron de 1000 m<sup>2</sup>.

En los sitios de 100 m<sup>2</sup> se tomaron en cuenta:

- a) Cobertura por estrato
- b) Cobertura por especie
- c) Espesor de la hojarasca y humus
- d) Exposición

- e) Altitud
- f) Pendiente en porcentaje

En los sitios de 1000 m<sup>2</sup> se midieron:

- a) Número de individuos por especie
- b) Altura total
- c) Perímetro de copa
- d) Diámetro a la altura del pecho
- e) Longitud del fuste

Los individuos de cada especie se registraron en intervalos de clase de 10 cm, correspondiendo así de 0 a 10 cm de d.a.p. al renuevo, 11 a 20 cm árboles jóvenes, 21 a 30 cm, 31 a 40 cm, etc.

Estas mediciones fueron tomadas con cinta diamétrica, clinómetro Haga, altímetro, brújula y cuerda.

Un segundo muestreo de vegetación se realizó en forma de transecto (fig. 8). Este muestreo partió de la cima, dominada por pinos y atravesó diagonalmente el bosque de haya con dirección SW. El transecto consistió de 512 m de largo, correspondiendo un sitio a cada metro de distancia, lo que hizo un total de 512 sitios. Para el estrato arbóreo se definieron sitios de 1 x 10 m, en tanto que para los estratos inferiores, arbustivo, herbáceo y rasante se establecieron sitios de 1 x 2 m. El propósito de este segundo muestreo fue el de definir los cambios en la vegetación en las márgenes del bosque de Fagus mexicana, así como detectar las especies ca-

racterísticas que existen en las márgenes de los arroyos (fig. 9 y tabla 7).

#### 2.5. FAUNA:

Las anotaciones sobre este tema son generales, basadas en información proporcionada por los campesinos del lugar y por observaciones durante el trabajo de campo.

#### 2.6. CLIMA:

Estos datos fueron proporcionados por el Servicio Meteorológico Mexicano, correspondientes a las Estaciones Meteorológicas de Zacualtipán y Teziutlán.

#### 2.7. FENOLOGIA DE Fagus mexicana:

Se llevaron a cabo un total de 7 visitas a las localidades de Fagus mexicana en el transcurso de un año. Durante este período de tiempo se registró, basándose en observaciones, el ciclo fenológico de la haya.

#### 2.8. DEMOGRAFIA DE F. mexicana:

La distribución de edades y el número de individuos de haya por



unidad de superficie está basada en mediciones de altura y d.a.p. . Estos datos fueron registrados junto con los de otras especies arbóreas en los muestreos de vegetación.

#### 2.9. VIABILIDAD DE SEMILLAS DE F. mexicana:

Se recogieron directamente del suelo los frutos. Por ablación de jando secarse al sol las nueces se extrajeron las semillas. Los estudios de viabilidad y germinación se llevaron a cabo en el Laboratorio de Semillas del I.N.I.F.

Un lote fue puesto a germinar inmediatamente en un medio húmedo y otro lote se sometió a estratificación a 4°C durante 90 días.

#### 2.10. ANATOMIA DE LA MADERA DE Fagus mexicana:

Las características anatómicas de la madera fueron estudiadas a partir de un tronco proporcionado por los ejidatarios de La Mohonera, en la localidad correspondiente a Zacualtipán. Las observaciones microscópicas se realizaron en cortes tangenciales, transversales y radiales.

Las mediciones de los elementos vasculares, vasos y fibras, se efectuaron en material disociado con solución ácida.

Las características macroscópicas de la madera se describieron a partir de tablillas.

Figura 1: Zona de estudio en Zacualtipán, Hgo.

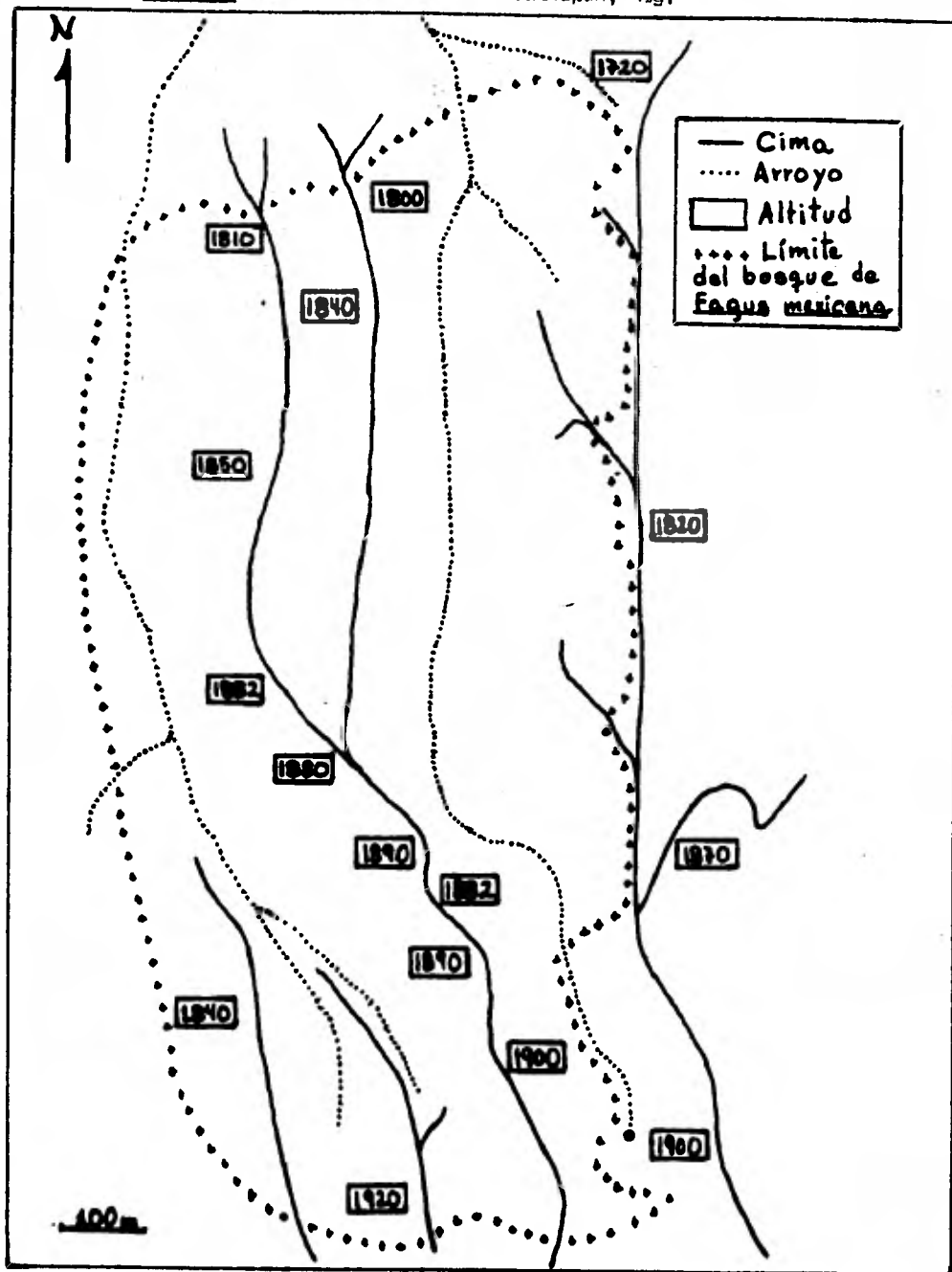
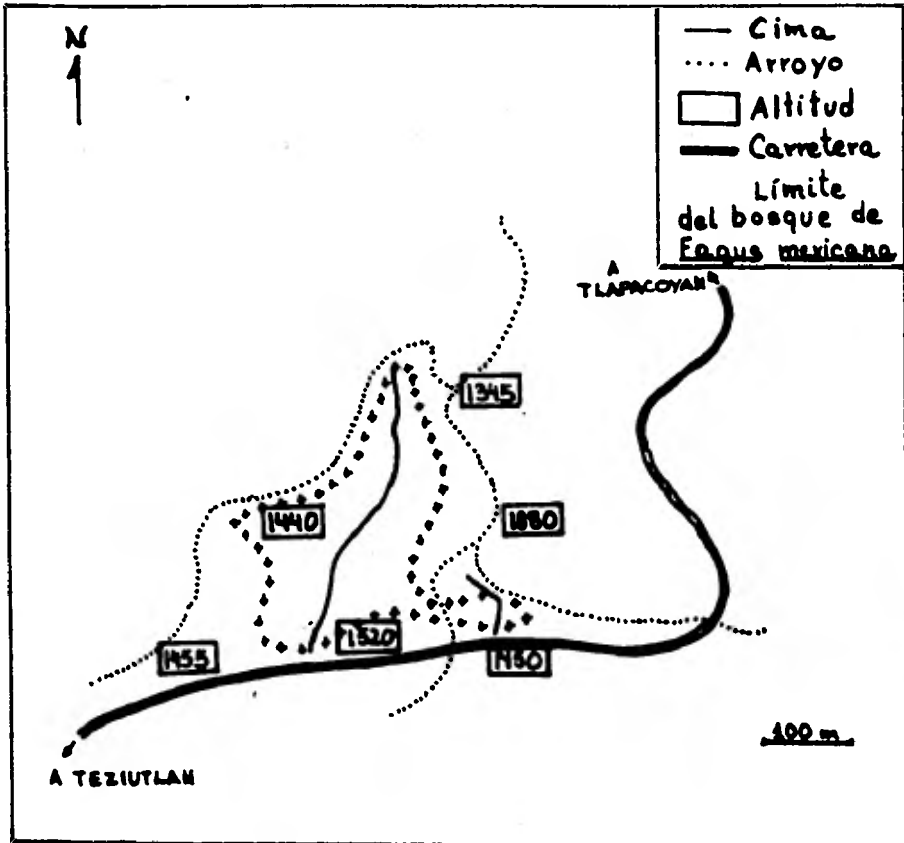


Figura 2: Zona de estudio en Teziutlán, Pue.



Los caracteres estudiados se redujeron a aquellos que permitían una comparación con datos bibliográficos anotados para otras especies de Fagus.

Este estudio se realizó en el Laboratorio de Anatomía de la Madera del I.N.I.F.

### 3.- Fagus mexicana MARTINEZ

Fagus mexicana fue descrita por Maximino Martínez (1940) basado en ejemplares de esta especie procedentes de los montes de Zacatlanaya, cerca de Zacualtipán, en el estado de Hidalgo (Martínez, 1959). El nombre común para este árbol en Hidalgo es el de "haya". En el estado de Puebla, en aquellas localidades cercanas al bosque de Fagus el nombre para esta especie es el de "tapelite". Martínez (1959) reporta el nombre de "tocal" como sinónimo de este árbol. En el estado de Puebla la palabra "haya" se emplea comunmente para designar a la especie Plantanus lindeniana (Pennington y Sarukhan, 1968). En el estado de Sinaloa la especie Sassafridium macrophyllum es también conocida con el nombre de "haya" (Stanley, 1961).

#### 3.1. POSICION TAXONOMICA: (Según Cronquist, 1974)

Reino.....Plantas  
Subreino.....Embryophyta  
División.....Anthophyta  
Clase.....Dicotiledoneas  
Orden.....Fagales  
Familia.....Fagaceae  
Género.....Fagus  
Especie.....Fagus mexicana

A la familia Fagaceae pertenecen alrededor de 6000 especies agrupadas en 6 Géneros. Se encuentran distribuidas prácticamente por todo el mundo, siendo con frecuencia algunas especies componentes dominantes de bosques templados. Esta Familia comprende árboles y arbustos leñosos, monoicos, con hojas enteras o pinatífidas. Las flores son unisexuales, muy reducidas, con perogonio sencillo y de color verde; las femeninas son trímeras, dispuestas en forma variable y rodeadas por un involucro; su fórmula floral es  $P\ 3+3+G(\bar{3})$ ; las masculinas están agrupadas en amentos y tienen un número variable de sépalos; generalmente con relación a éstos tienen doble cantidad de estambres. El fruto es una nuez encerrada en un involucro a menudo fuertemente modificado (Cronquist, 1974; Ruiz, 1970):

Especies que tienen una importancia económica pertenecientes a los géneros Castanea, Quercus y Fagus.

El castaño (Castanea vulgaris) es un árbol que habita en Europa y que también se cultiva en México. Su madera es muy apreciada, al igual que sus frutos comestibles.

Del encino o roble (Quercus spp.) se utiliza la madera y la corteza, rica en taninos, se emplea en curtiduría. Los frutos o bellotas de algunas especies son comestibles y en medicina se emplean por tener propiedades astringentes. El alcornoque (Quercus suber) es un árbol cuyo tronco posee una capa suberosa muy desarrollada, por lo que es importante en la industria corchera (Ruiz, 1970).

El género Fagus tiene aproximadamente unas 10 especies las que a su vez tienen variedades (Little, 1963): todas ellas se localizan en el hemisferio septentrional. Existen 17 especies en el hemisferio austral estrechamente emparentadas que se agrupan en el género Nothofagus; éstas se encuentran ampliamente distribuidas en Australia, Nueva Zelanda y América del Sur (Anónimo, 1963). El género Fagus comprende árboles corpulentos de 30 a 40 m de altura, de tronco recto y cilíndrico, latifolios, de hojas caedizas; la corteza es de tonos claros y sumamente delgada. La madera es bastante apreciada por su calidad. El fruto o hayuco es comestible (Lassé, 1944).

Las especies más importantes del género Fagus son F. sylvatica y F. grandifolia.

Fagus sylvatica L. (Haya europea)

Árbol de tronco liso, de corteza gris plateada. Hojas anchamente ovadas, cortamente acuminadas, ligeramente dentadas, cúpula con pocas escamas exteriores, lisas y brillantes. La madera es de color moreno rojizo. Las variedades más comunes son: (Anónimo, 1963; Coffin, 1940)

Fagus sylvatica L. (European beech)

F. sylvatica heterophylla (Fernleaf beech)

- " " incisa (Cutleaf beech)
- " " lacinata (Cutleaf beech)
- " " purpurea (Purple beech)
- " " pendula (Weeping beech)

F. sylvatica atropunicea (Bronze or Copper beech)

Fagus grandifolia Ehrh:

Arbol de hasta 30 m de altura: hojas oblongo-ovadas, con ápice agudo, con nervaduras muy salientes y con borde crenado; el fruto es una nuez provista de un involucre más o menos dehiscente. Las variedades más comunes son:

Fagus grandifolia Ehrh (American beech)

Fagus grandifolia var. grandifolia (American beech: Typical)

" " var. caroliniana

" " var. pubescens

" " var. ferruginea

(Lassé, 1944; Anónimo, 1963; Berry, 1923; Little, 1963; Camp, 1940, 1951).

### 3.2. DESCRIPCION:

Fagus mexicana M. sistemáticamente se acerca mucho a Fagus grandifolia E. de Norteamérica (Miranda y Sharp, 1950; Ern, 1976). La haya (F. mexicana) es un árbol de tronco columnar: de 30 a 40 m de altura, diámetro hasta 1 m, recto y de corteza delgada; hojas alternas, penninervadas, caedizas, elípticoacuminadas, de 5 a 5.7 cm de largo por 3 de ancho, sobre peciolo de 6 mm, lisas y algo coriáceas; borde crenado denticado; flores femeninas por pares, sostenidas por un involucre ovoide, de 1.5 a 2 cm, veloso, que se abre en 4 valvas oblongo agudas, vellosas inte-



riormente, con dos nueces triangulares, de color castaño y contienen una semilla con los cotiledones plegados. La madera es de excelente calidad, moreno rojiza, compacta, pesada y frecuentemente vetada con rayitas uniformes y oscuras. Se usa para muebles. La semilla es comestible cruda o tostada (Martínez, 1959).

### 3.3. DISTRIBUCION GEOGRAFICA:

#### Distribución actual:

El Género Fagus está ampliamente distribuido en el hemisferio norte habitando principalmente en las zonas templadas (Streets, 1962; Lassé, 1944; Little, 1963; Anónimo, 1963).

F. sylvatica L. se localiza desde Europa hasta Asia Occidental; es nativo en el sur de Noruega y Suecia, en Europa central hasta el Mediterráneo, y en Inglaterra; es muy abundante en la URSS, en Asia Menor y en las provincias de Irán. Algunas otras especies se encuentran en Corea, Taiwan, China y Japón, entre ellas F. japonica y F. sieboldii.

F. grandifolia E. forma grandes macisos forestales en el sureste de Canadá y este de los Estados Unidos, donde es un árbol típico. Su rango de distribución abarca desde las Islas de Cabo Bretón y Nueva Escocia hasta Maine, sur de Quebec, sur de Ontario, norte de Michigan y este de Wisconsin hasta el sur de Illinois, sureste de Missouri, suroeste de Arkansas, sureste de Oklahoma, y este de Texas, y hacia el este hasta el

noroeste de Florida.

F. mexicana M. crece en una angosta franja entre los 1400 y 2000 m s.n.m. en los bosques de liquidambar en la Sierra Madre Oriental, en los estados de Tamaulipas, Hidalgo, Puebla y Veracruz, casi exclusivamente en lugares expuestos al norte (Ern, 1976; Martin, 1958; Miranda y Sharp, 1950; Rzedowski, 1978).

Esta especie se colectó por primera vez cerca de Zacualtipán, Hgo. (Martínez, 1940). En 1945 Sharp la encontró en el cerro de Tutotepec, cerca de Apulco, Hgo. En 1950 Miranda y Sharp la colectaron en la Sierra de Cucheras, situada al norte de Gómez Farías, Tamps., siendo registrada por Sharp, Hernández, Crum y Fox en 1951. En 1952 Sharp encontró esta especie cerca de Teziutlán, Pue. (Fox y Sharp, 1954). Martínez (1959), reporta la existencia de esta especie en el municipio de Agua Blanca, Hgo. Lassé (1944) menciona la existencia del Género Fagus en el estado de Tamaulipas, pero la confunde con la especie típica de Norteamérica, a la que designa como F. americana. También reporta este autor la existencia de la haya en el norte del estado de Puebla, colindando con el estado de Hidalgo, pero no precisa localidad.

Fagus mexicana habita una angosta faja que corre de sur a norte con rumbo de 45°NW, localizada entre los paralelos 19° y 21° latitud norte y los meridianos 96° y 99° longitud oeste (Lassé, 1944). Los sitios en que habita la haya comprenden superficies muy pequeñas, de unas cuan-

tas hectáreas, localizadas en la región escarpada de la Sierra Madre Oriental y perto de la Mesa Central (Fox y Sharp, 1954; Rzedowski, 1978).

#### 3.4. DATOS PALEOBIOLOGICOS:

Probablemente las angiospermas aparecieron durante el Triásico, período en el cual prevalecen los climas desérticos sobre la Tierra; pero no es sino hasta el período Jurásico cuando se han encontrado semillas de "Magnolia". Durante este período los desiertos continuaron, aunque en muchas partes el clima fue más húmedo que en el Triásico. El Jurásico medio es carbonífero en México, California y Groenlandia, época en que abundan las coníferas mezcladas con ginkgoales y helechos arborescentes. Hacia el cierre del período la temperatura fue descendiendo, aunque no lo suficiente para provocar una glaciación. En el Cretácico Inferior los árboles caducifolios ocuparon repentinamente un lugar prominente, y mucho antes del cierre del período dominaron el paisaje de todos los continentes, situación que se mantiene hasta la actualidad. Entre los árboles caducifolios más antiguos encontrados en depósitos de la parte media del Cretácico Inferior están la magnolia, la higuera, el sasafrás y el álamo. En la mitad del período los bosques fueron esencialmente modernos, incluyendo árboles como hayas, abedules, arces, robles, nogales, etc... Las angiospermas sufrieron un intenso desarrollo y es posible que la evolución de estas plantas, sin considerar los tipos más antiguos, tuviere lugar en las tierras altas donde los climas eran fríos y el crecimiento estacio -

nal; únicamente se encuentran huellas de su evolución y existencia cuando emigraron a tierras bajas donde quedaron sepultados por los depósitos sedimentarios; por ello, es posible que estas plantas fueran abundantes durante el Jurásico y aún en el Triásico en las tierras altas. En general se registró un descenso de temperatura durante el Cretácico Inferior; hacia fines del Cretácico Superior el clima se fue haciendo más moderado y uniforme (Dumbar, 1976; Viorst, 1973). Durante el Cretácico las áreas donde actualmente habita Fagus mexicana se encontraban sumergidas; ya desde el Cenozoico emergen y permanecen así hasta nuestros días. A principios de esta era, en el Paleoceno, se produjeron cambios notables en el clima terrestre. Durante el Eoceno y el Oligoceno los bosques de clima húmedo se extendieron a altas latitudes, principalmente a Alaska, Groenlandia, Spitzbergea y norte de Siberia, siendo estas localidades dominadas por pinos gigantes, árboles caducifolios tales como hayas, castaños y olmos. En el Oligoceno hubo una emigración lenta pero general hacia el sur de varios conjuntos de plantas, lo que indica un enfriamiento gradual de los climas; esta disminución en la temperatura fue más marcada en el Plioceno y culminó con la glaciación del Pleistoceno (Dumbar, 1976).

El Género Fagus cuyo registro fósil data del Cretácico poseía una distribución más amplia que la actual (Berry, 1923). Camp (1940, 1951) estudiando una gran cantidad de muestras de la actual población de Fagus en Norteamérica distinguió tres tipos basándose en caracteres morfológicos. Estos son:

- 1.- Haya blanca (white beech) en las planicies costeras del sureste de Es  
tados Unidos.
- 2.- Haya roja (red beech) en elevaciones medias del sur de los Apalaches  
y hacia el norte.
- 3.- Haya gris (grey beech) con un rango de distribución hacia el norte y  
en las altas montañas del sur hasta los montes Grey Smokey.

Camp (1940, 1951) menciona que estos tres tipos básicos pueden haber sido especies distintas durante el Cretácico y piensa que Fagus grandifolia representa una población mezclada resultante de entrecruzamientos de por lo menos dos entidades específicas distintas. Basado en esta información Braun (1950) menciona además un cuarto tipo, F. mexicana, nativo de México. Little (1963) hace una revisión del Género y encuentra difícil el reconocimiento de tres o cuatro tipos básicos o especies distintas debido a la compleja historia del grupo en el este de Norteamérica. Dice que estos tipos básicos pudieran haberse originado de un remoto ancestro común, pudiendo algunas poblaciones intermedias sobrevivientes ser más viejas que las segregadas. Basado en un mapa de distribución del Género Little (1963) propone unir a F. mexicana como una variedad geográfica de F. grandifolia aislada al sur, en México, con clima casi subtropical. Así estas dos variedades (F. grandifolia Ehrh var. grandifolia y F. grandifolia var. mexicana Martínez) actualmente se encuentran separadas por más de 550 millas, pero formas ancestrales pueden haber tenido un rango de distribución continua.

Existe un gran número de géneros que presentan este tipo de laguna en su distribución entre el norte de Hidalgo o sur de San Luis Potosí y el este de Texas o Luisiana (Sharp, 1946). Estas especies de zonas templadas de México y Guatemala que también existen en el este de Estados Unidos y Canadá, o bien, que tienen una especie estrechamente emparentada en el área son en su mayor parte árboles; a menudo éstos son especies dominantes de los bosques, pero también existen algunas especies de plantas vasculares, briofitas y hongos que presentan este tipo de distribución (Miranda y Sharp, 1950; Rzedowski, 1978). Esta separación presenta el dilema de los orígenes múltiples de las especies o la conexión previa existente entre la flora del este de Estados Unidos y las de la Altiplanicie Mexicana y la de Guatemala. Sharp (1946) menciona tres posibilidades:

(a) en épocas pasadas las condiciones climatológicas permitieron el intercambio más o menos continuo de especies entre estas dos regiones por el norte de México y Texas.

(b) quizás la Sierra de los Apalaches del Sur se extendía a través del Golfo de México formando un puente terrestre sobre el cual pudo emigrar la flora.

(c) quizás en épocas geológicas anteriores éstas regiones eran contiguas, o casi contiguas, y posteriormente han sido separadas en la forma descrita por la hipótesis de Wegener.



Figura 3: Distribución de Fagus mexicana M.



Figura 4: Distribución del género Fagus.



#### 4.- DESCRIPCION DE LAS ZONAS DE ESTUDIO

##### 4.1. FACTORES FISICOS:

###### 4.1.1. LOCALIZACION:

El bosque de haya estudiado en el estado de Hidalgo se localiza a unos 200 m al norte del km 1 de la carretera que va de Zacualtipán a Tlahuelompa, aproximadamente 6 km al sureste de Zacualtipán (fig. 5).

Situado a los 20°30' latitud norte y 98°36' longitud oeste, su altitud varía de los 1780 m en su parte más baja hasta los 1920 m en el extremo sur.

Está enclavado en la vertiente oriental de la Sierra Madre Oriental formando parte de la Sierra de Cholula y limitando al norte con las cumbres de Tlahuelompa. Nacen en el bosque de Fagus dos corrientes de agua que desembocan en el arroyo Tuxpan (Carta Orográfica, S.D.N.: 14Q-e(9), año 1957).

La superficie medida para el bosque de haya es de aproximadamente 40 ha, lo que concuerda con el dato proporcionado por Lassé (1944). Este bosque pertenece en su mayor parte al ejido La Mohonera el que colinda en su extremo norte con el ejido Tichinles, al que pertenece una pequeña superficie del bosque de Fagus (fig. 1).

La comunidad de Fagus mexicana estudiada en el estado de Puebla

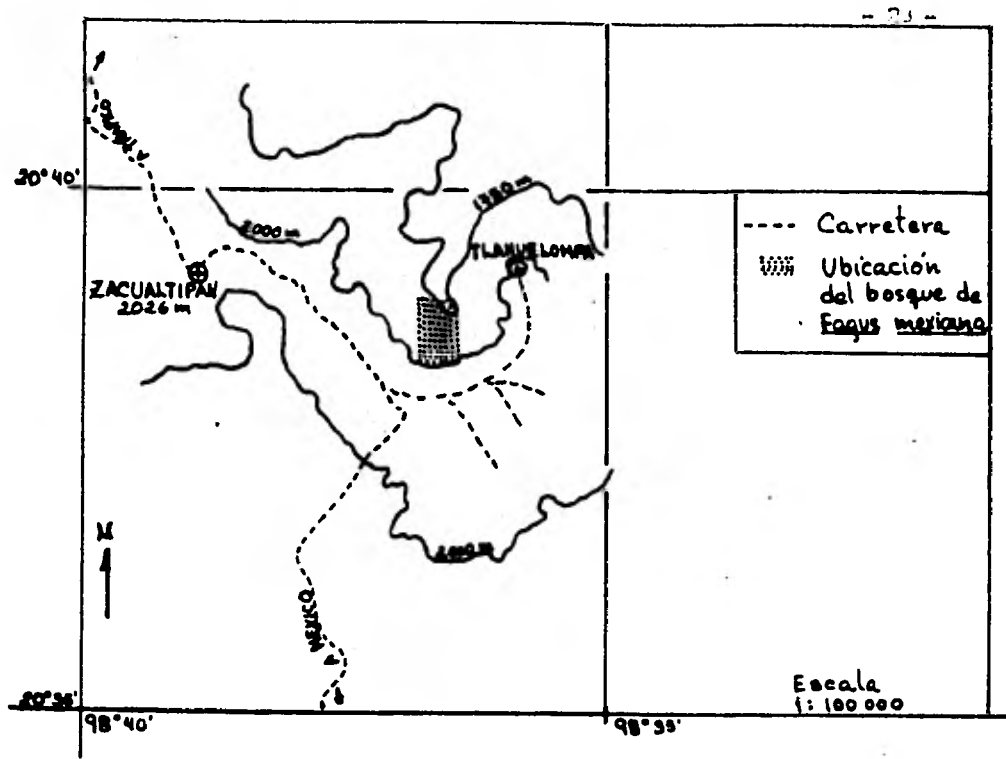


Figura 5: Plano de carreteras a la zona de Zacualtipán.

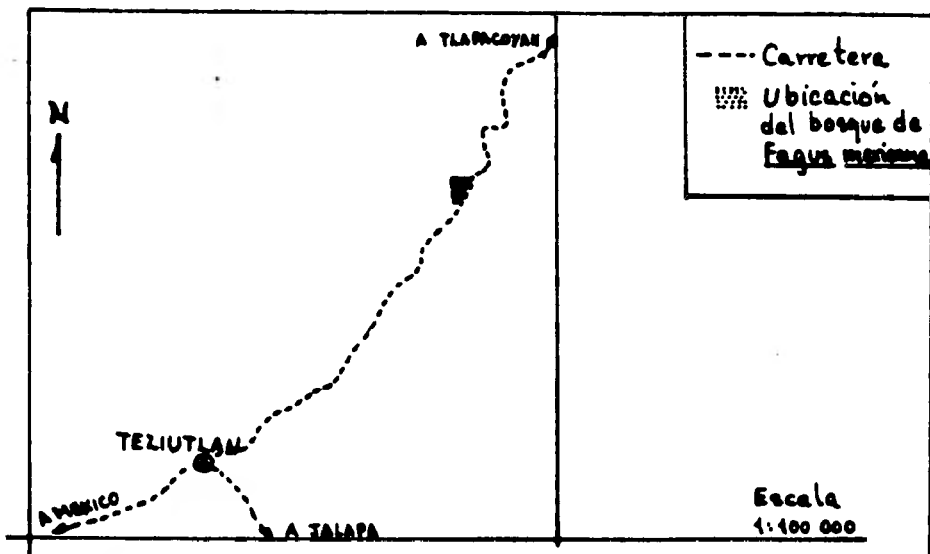


Figura 6: Plano de carreteras a la zona de Teziutlán.

está: situada junto a la carretera que va de Teziutlán a Tlapacoyan, Ver.; a la altura del km 8 (fig. 6). Se localiza a 19°50' latitud N y 97°20' longitud W. El bosque de haya comienza a los 1400 m s.n.m. y termina a los 1470 m s.n.m.. La zona está limitada por el río Nautla encontrándose también en la Sierra Madre Oriental. La comunidad de Fagus en este lugar ocupa una superficie de apenas 3 ha. (Carta Orográfica S.D.N.: 14Q-i(1), año 1957).

Los terrenos de esta localidad son de propiedad particular (fig. 1).

#### 4.1.2. RELIEVE:

La localidad de Zacualtipán presenta hacia el sur la mayor altitud, 1920 m. Un corte transversal de la zona de oriente a poniente presenta una forma de "W" (fig. 7), o sea, dos pendientes con exposición general al este y dos con exposición al oeste.

La topografía es muy accidentada existiendo sólo pocos lugares planos en las márgenes de los arroyos. Las pendientes se vuelven más pronunciadas en la porción norte, llegando a ser de más del 100%.

Existen varios afloramientos de la roca madre, principalmente en la cima de la colina y algunos en las orillas de los riachuelos.

La zona de Teziutlán presenta una pendiente con exposición general hacia el noreste, estando la menor altitud del área en el extremo nor

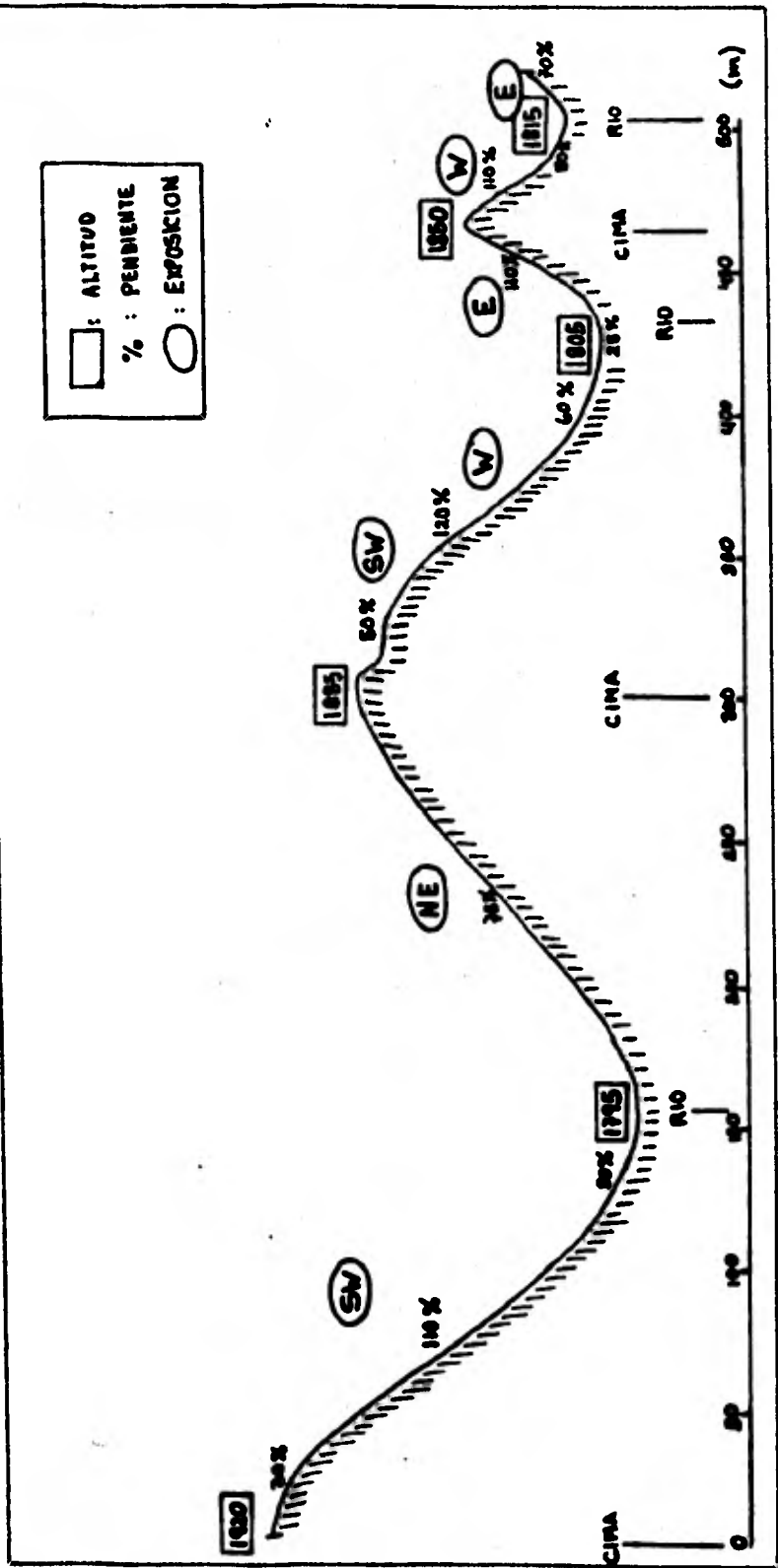


Figura 2: Vista transversal del muestreo por transecto en Zacus Itipán.

te. La haya no se encuentra en pendiente con exposición sur. La pendiente varía de 70 % cerca del río que bordea la zona, disminuyendo hasta 20 % en la parte alta, en donde la haya es más escasa.

La topografía accidentada parece ser una situación común a lo largo de la vertiente oriental de la Sierra Madre Oriental, llegando con frecuencia a pendientes mayores del 100 % (Anónimo, 1979). Esta característica parece ser una condición del habitat natural donde se desarrolla el bosque mesófilo de montaña; a menudo este tipo de comunidad en algunas localidades se encuentra restringido a sitios con pendientes muy pronunciadas y en cañadas profundas, donde está protegido de la influencia de los vientos y de la fuerte insolación (Rzedowski, 1978). Otras características de las pendientes pronunciadas es el conferir al suelo un buen drenaje debido al escurrimiento de las aguas lo que tiene gran influencia en la cubierta vegetal.

#### 4.1.3. CLIMA:

La Estación Meteorológica de Zacualtipán está situada a 1860 m de altitud, aproximadamente 6 km al noroeste del bosque de Fagus; la estación de Teziutlán está a 1900 m s.n.m. y a unos 8 km de la localidad del bosque de haya.

Aunque las cifras no corresponden en su totalidad a las condiciones microclimáticas de la comunidad de Fagus mexicana, sí proporcionan un panorama general del clima en la región.

Los datos que se mencionan para Zacualtipán fueron obtenidos del promedio de 15 años, de 1961 a 1976.

Las cifras para Teziutlán son el promedio de 5 años, debido a que los registros para otros años estaban incompletos. Los años anotados son 1961, 1962, 1963, 1972 y 1976 (Tabla 1).

De acuerdo a la clasificación de Koeppen modificada por Enrique García (1976) el clima para Zacualtipán es Cf(w)bh o sea, veranos frescos, nieblas frecuentes, con máximo de lluvias en verano y con oscilación anual de la temperatura media mensual extremosa.

Teziutlán posee un clima Cf(w)ci'h, diferenciándose de las condiciones de Zacualtipán únicamente en que la oscilación anual de la temperatura media mensual es pequeña y en que presenta un verano frío y corto.

El clima, tanto de Zacualtipán como en Teziutlán, concuerda con las características señaladas por Rzedowski (1978) para el bosque mesófilo de montaña donde impare el tipo Cf de Koeppen (1948). Rzedowski menciona una temperatura media anual de 12 a 23°C; en las localidades estudiadas las cifras son de 10.6 y 14.8°C por lo que el bosque de Fagus mexicana parece requerir de bajas temperaturas en comparación con otros tipos de bosque mesófilo de montaña.

Ambas zonas de estudio poseen condiciones de humedad durante todo el año debidas, en verano, a los vientos cálidos conocidos como tormentas tropicales y huracanes provenientes del Caribe, y en invierno, por la

acción de los vientos fríos denominados "nortes" que vienen desde Canadá (Anónimo, 1979).

Estos vientos alisios o nortes que soplan del noreste originan bancos de nubes que se acumulan envolviendo la región con una espesa neblina, provocando una alta humedad relativa (Ern, 1972). Dichos vientos provenientes del Golfo de México suben por las pendientes de la Sierra Madre Oriental causando una precipitación media anual que varía de 1500 mm en las partes bajas, 4500 mm en zonas intermedias, hasta 600 mm en las partes altas (Anónimo, 1979).

El bosque mesófilo de montaña se desarrolla en lugares donde la precipitación media anual oscila entre los 1000 y los 3000 mm, teniendo de 0 a 4 meses secos en el año (Rzedowski, 1978).

Tanto Zacualtipán como Teziutlán, con una precipitación media anual de 1616 y 1463 mm respectivamente, se encuentran cerca del límite inferior señalado a este respecto para el bosque mesófilo de montaña (gráficas 1 y 2).

Los meses fríos, diciembre y enero, son muy húmedos debido a la niebla que acumulan los frecuentes nortes. Esta corriente fría rara vez alcanza más de 2000 m de espesor, atravesando únicamente como frente frío de un 50 a un 80 % el borde de la Sierra Madre, y solo en algunas ocasiones atraviesa acompañado por densas nubes (Lauer, 1973).

Según Hill (1969) el paso de un frente frío origina un descenso

en la temperatura de hasta 5°C y más. Ello origina valores demasiado bajos en las laderas orientales de la Sierra Madre Oriental, mismos que no son comunes en el trópico. Esta vertiente de la Sierra Madre Oriental tiene un límite medio de heladas localizado a los 1400 m de altitud, aunque heladas aisladas bajan hasta los 1200 m e incluso llegan a los 1000 m s.n.m. El límite medio de heladas en las laderas orientales de la Sierra Madre Oriental corresponde aproximadamente a 500 m más abajo de los límites fijados para la zona de heladas de la vertiente occidental de la Sierra (Lauer, 1973).

El bosque de Fagus mexicana en Zacualtipán (1800 m) se encuentra a una altitud donde son frecuentes las heladas provocadas por los neblinas, registrándose un promedio anual de 26 días con heladas. La comunidad de haya en Teziutlán corresponde a la altitud media en la Sierra Madre donde ocurren las heladas (1400 m), siendo el promedio de 11 días al año con heladas, inferior a la zona de Zacualtipán.

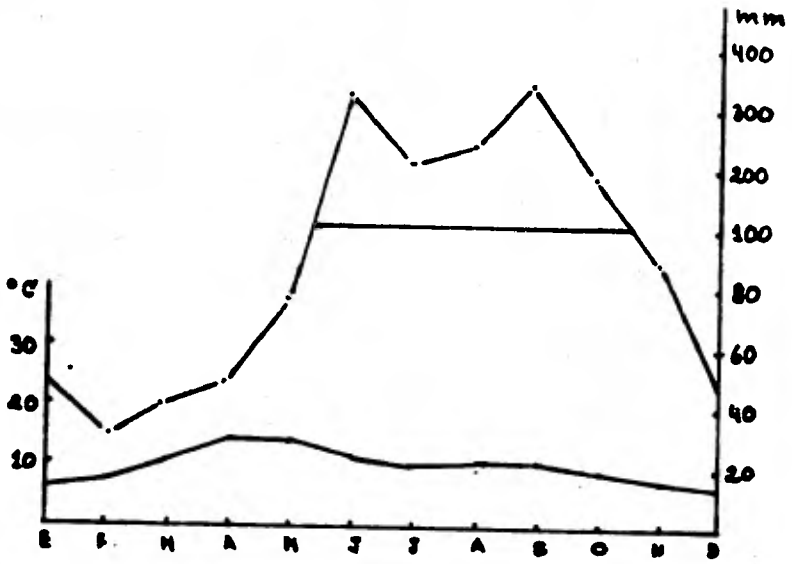
Las condiciones en el bosque de Fagus pueden tener diferencias significativas con respecto a las registradas en las estaciones meteorológicas. En un bosque de encinos en Inglaterra Neal (1975) encontró que debido a que los rayos del sol son interrumpidos por los estratos arbóreo y arbustivo, junto con la evaporación de agua producto del metabolismo de estas plantas, la temperatura dentro del bosque era menor que la registrada fuera de éste, llegando a medir una variación de hasta 10°C.

Neal encontró también que debido a la protección que brinda el

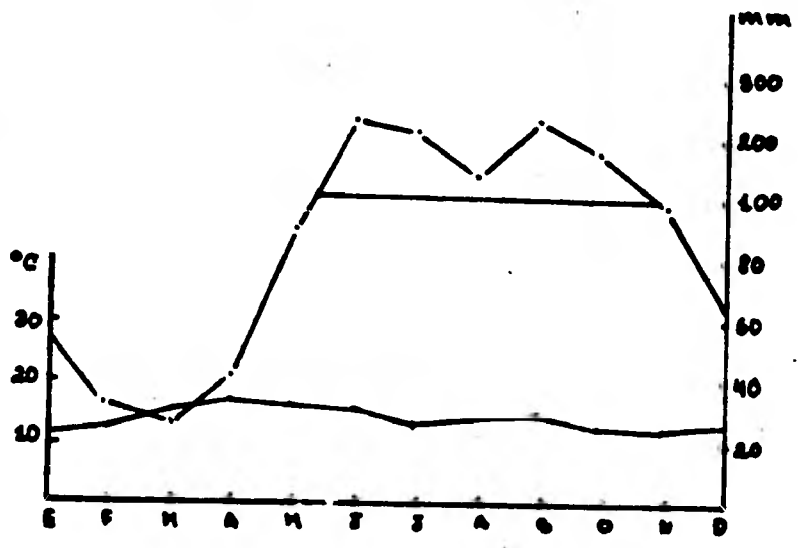


	Zacualtipán	Teziutlán
Temperatura media anual	10.6°C	14.8°C
Temperatura media del mes más caliente	Abril 14.4°C	Abril 17.5°C
Temperatura media del mes más frío	Diciembre 7.0°C	Enero 5.9°C
Temperatura máxima extrema	Abril 1963 36°C	Mayo 1962 35°C
Temperatura mínima extrema	Marzo 1962 - 10°C	Enero 1962 - 4°C
Número de días despejados al año	177	75
Número de días nublados al año	172	204
Viento dominante	Norte	Noreste
Número de días con heladas al año	26	11
Precipitación media anual en mm	1616	1463

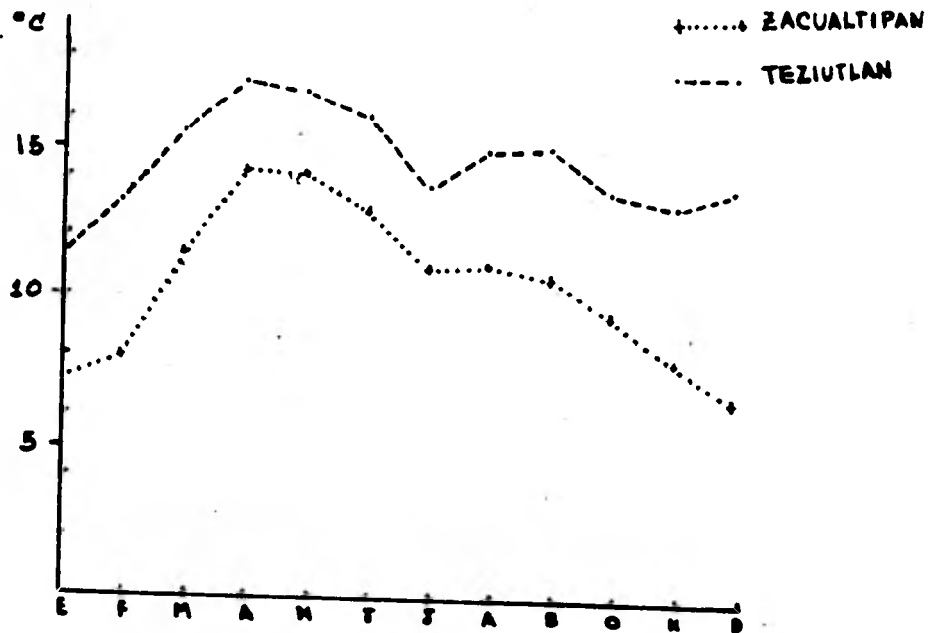
Tabla 1 : Datos climáticos



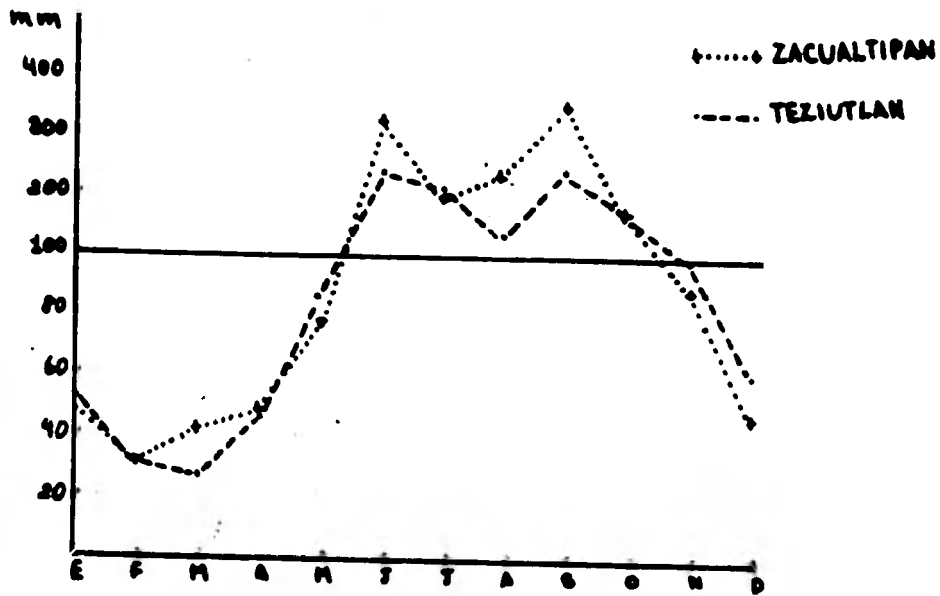
Gráfica 1: Diagrama ombrotérmico de Zacualtipén.



Gráfica 2: Diagrama ombrotérmico de Teziutlán.



Gráfica 3: Temperatura media mensual



Gráfica 4: Precipitación pluvial.

follaje contra las corrientes de aire, el calor era retenido más tiempo dentro del encinar que fuera de éste. Ello redonda en condiciones menos extremas dentro del bosque.

Para la latitud en que habita Fagus mexicana el calor liberado por condensación del vapor de agua debería favorecer el gradiente de temperatura; sin embargo, éste es más que compensado a causa de la evaporación de las nubes que están en las capas superiores. Además, la radiación solar no alcanza la superficie de la tierra, sino que gran parte es reflejada por la superficie de las nubes, difundiéndose el resto. Esto provoca un subenfriamiento constante en las laderas de la Sierra Madre Oriental expuestas a los vientos nortes, siendo la parte más afectada el noreste de la Sierra de Puebla en alturas entre los 1000 y 2500 m (Lauer, 1973).

Tanto la localidad de Zacualtipán como la de Teziutlán están expuestas directamente a los vientos dominantes de cada región, norte y noreste respectivamente (tabla 1). Esto conduce a que el bosque de haya se encuentre por lo general en condiciones de humedad relativa alta y a que imperen bajas temperaturas por estar expuestas al frente frío de los nortes.

#### 4.1.4. GEOLOGIA:

La región correspondiente a la parte sur de la Sierra Madre Oriental sufrió varios hundimientos y emercciones durante el Paleozoico. La mayor parte de los sedimentos se perdieron en los periodos de emergen-

cia. En el Mesozoico continuaron los hundimientos, conectándose el océano Pacífico con el Atlántico. Para fines del Triásico la región estudiada es tuvo cubierta por aguas someras. Durante el Jurásico Inferior el área continental de México estuvo reducida por causa de un prolongado hundimiento. Posteriormente comenzó un ascenso de los sedimentos quedando separados el océano Pacífico del Atlántico. Durante el Jurásico Superior se encontra ba emergida la región noroeste de México y aquella correspondiente a la actual Sierra Madre Oriental. Durante el Cretácico el territorio de México volvió a encontrarse sumergido, excepto en la porción noroeste, conec tándose de nuevo al Pacífico con el Atlántico. Para fines del período, durante el Cretácico Superior, emerge el área continental y se perfila ya la Actual Sierra Madre Oriental. Esta situación se mantiene en el comienzo de la era Cenozoica, durante el Paleoceno y el Eoceno, estando sumergidas únicamente la región noreste del país. Esta porción comienza a emer ger durante el Oligoceno; en el Mioceno continúa emergiendo, época en que el vulcanismo alcanzó su mayor actividad. Desde principios del Plioceno la superficie continental del país estaba ya emergida totalmente (Robles Reas, 1946; Dunbar, 1976).

La Sierra Madre Oriental terminó su formación durante el Terciario. Se caracteriza por estar fuertemente quebrada debido a intensos plegamientos, fallas o movimientos complejos. En ella se encuentran afloramientos de roca metamórfica del Precámbrico, rocas ígneas del Paleozoico y rocas del Mesozoico Inferior.

En el norte de Puebla las rocas son principalmente calizas o pizarras con calizas intercaladas de entitas y areniscas rojas. Robles Ramos (1946) menciona la presencia en esta área de rocas ígneas intrusivas y extrusivas. En la región de Teziutlán, que abarca el extremo noroeste del eje Neovolcánico Transversal, existen algunos yacimientos minerales con materiales del tipo del tezontle, piedra pómez, feldespato y sílices (Anónimo, 1979a).

La comunidad de haya en Teziutlán se desarrolla en un área de rocas de origen metamórfico.

En Zacualtipán hay riolitas y tobas riolíticas caolinizadas en la parte superior de la Sierra y pizarras y micáceas en las partes intermedias (Anónimo, 1979a; Murrieta, 1946; Fabrika, 1949). Las rocas colectadas en el bosque de Fagus mexicana mostraron ser de origen volcánico. Lassé (1944) menciona que las rocas del subsuelo del bosque de haya datan del Cretácico, existiendo esencialmente pizarras arcillosas, calizas compactas de diversos colores y rocas andesíticas y riolíticas.

#### 4.1.5. SUELO:

Por efecto de la accidentada topografía la profundidad del suelo en el bosque de Fagus mexicana varía desde somero hasta muy profundo. En algunos lugares existen afloramientos de roca madre, y en sitios con pendientes superiores al 100 % los derrumbes parecen ser un fenómeno común. Esporádicamente se encuentran rocas de tamaño considerable en la su-

perficie, presumiblemente acarreadas desde los sitios altos.

La superficie del suelo se encuentra cubierta por una capa de hojarasca cuya profundidad varía de 2 cm hasta más de 10 cm. Su composición varía de un sitio a otro, dependiendo de las especies que componen la cubierta vegetal, pero dominan las hojas de haya, e incluso llega a ser el único componente.

Los datos del análisis físico y químico del suelo se encuentran en la tabla 2.

Por su textura el suelo es franco en sus horizontes superiores y la proporción de arena-arcilla-limo varía con la profundidad hasta encontrarse horizontes franco-arcillosos y arcillosos a más de 1 m de fondo. En general el porcentaje de arena disminuye con la profundidad en tanto el contenido de arcilla aumenta. La proporción de limo no guarda relación alguna con la profundidad.

El color de los suelos varía de tonos café oscuros en los horizontes superiores hasta amarillos y amarillo-rojizos en las capas inferiores. Por su color y disposición de los horizontes este suelo es semejante al bosque de Fagus sylvatica (Godron, com. pers.).

Por su pH el suelo se clasifica como "fuertemente ácido" en sus capas superiores, disminuyendo hasta "medianamente ácido" en los horizontes situados a más de 1 m de profundidad.

La capa de hojarasca en los perfiles 1 y 3 estaba compuesta casi

en su totalidad por hojas de Fagus; en el perfil 2 las hojas provenían de Fagus y Quercus, en tanto que en el perfil 4 la hojarasca estaba formada por Fagus, Quercus y Liquidambar.

En aquellos donde había mezcla de hojas de Fagus con Quercus y Liquidambar el espesor de la capa de hojarasca era menor que aquella en los perfiles 1 y 3. En éstos últimos, la capa de humus mostró un pH más ácido (4.10 y 4.12) que en los perfiles 2 y 4 (5.0 y 4.9). Estas diferencias se deben al producto de la velocidad de descomposición de la materia orgánica que al tratarse de las hojas de Fagus se produce una mayor cantidad de ácido carbónico, mismo que se incorpora al suelo (Hernández y Sánchez, 1972). Ello es a la vez un indicador de que Fagus mexicana es mejor formador de suelo que Quercus y Liquidambar. Gutschick menciona que las hojas de Fagus sylvatica se descomponen más rápido que las agujas de las pináceas y que solo en suelo poco húmedo la formación de humus no se completa. En los perfiles 1 y 3 el pH del primer horizonte disminuye con respecto al de la capa de humus, en tanto que en los sitios 2 y 4 la acidez aumenta.

En los horizontes inferiores el pH se incrementa haciéndose menos ácido, hasta 5.55 y 6.

Dado que las condiciones macroclimáticas son las mismas, las diferencias del pH del suelo se deben a las especies vegetales que se desarrollan en él.



En cuanto al contenido de materia orgánica en el primer horizonte la muestra de Teziutlán (perfil 4) registró un valor de casi el doble que en Zacualtipán (23.12 % y 12.94 % respectivamente). Con la profundidad disminuye rápidamente la materia orgánica, con excepción del perfil 2 en el que el segundo horizonte muestra un incremento. En este perfil parece haber una traslocación de capas, probablemente debido a un derrumbe. Tenemos entonces que los suelos donde existe una masa pura de Fagus son más ricos en materia orgánica que aquellos donde el haya se encuentra mezclada con otras especies. En los horizontes inferiores el contenido de materia orgánica llega a ser casi cero.

La relación carbono/Nitrógeno muestra para el primer horizonte valores muy similares (19.180 hasta 21.317) y disminuye en las capas más profundas.

La C.I.C.T. es alta, por lo que el suelo se considera rico, con valores extremos de 75.05 en Teziutlán y 61.27 en Zacualtipán en las capas superiores, disminuyendo con la profundidad. El suelo en Teziutlán muestra ser más fértil que el de Zacualtipán.

Los suelos de la región norte de Puebla, según la clasificación FAO-UNESCO son principalmente andosoles vítricos y húmicos, encontrándose en menor proporción Regosoles éutricos. Los Regosoles en las tierras altas son por lo general ricos en arenas volcánicas y piedra pómez (Anónimo, 1979a).

Tabla 2: Datos de análisis de suelos

CARACTERISTICAS FISICAS						
(cm) Profundidad	%	%	%	Clas. Text.	C O L O R	
					Arena	Limo
Perfil 1: Zacualtipán						
0 - 5				Humus		
5 - 15	41.4	42.0	16.6	Franco	10 YR 5/4	10 YR 3/3
15 - 35	51.4	20.0	28.6	Fr. Arc. Ar.	10 YR 5/6	7.5 YR 4/4
35 - 57	23.2	25.0	51.8	Arcilla	10 YR 6/6	10 YR 5/6
57 - 75	9.4	30.0	60.6	Arcilla	10 YR 6/6	10 YR 5/6
75 - x	18.4	29.0	52.6	Arcilla	10 YR 7/6	10 YR 6/6
Perfil 2: Zacualtipán .						
0 - 3				Humus		
3 - 10	44.8	37.0	18.2	Franco	10 YR 6/4	10 YR 4/4
10 - 28	46.4	41.0	12.6	Franco	10 YR 5/4	10 YR 3/4
28 - 60	34.2	34.8	31.0	Fr - Ar	2.5 YR 7/3	10 YR 6/4
60 - 95	48.2	27.2	24.6	Fr. Arc. Ar.	10 YR 8/2	10 YR 6/3
95 - 120	36.4	13.3	51.3	Arcilla	2.5 Y 8/3	2.5 Y 7/6
120 - x	48.2	36.8	15.0	Franco	2.5 Y 8/3	2.5 Y 8/3
Perfil 3: Zacualtipán						
0 - 2				Humus		
2 - 40	66.2	27.2	6.6	Fr - Ar	10 YR 8/4	10 YR 2/2
40 - 90	69.9	23.2	7.0	Fr - Ar	10 YR 6/3	10 YR 4/6
90 - 140	33.4	47.3	19.3	Franco	10 YR 6/3	10 YR 4/6
140 - x	32.2	25.2	42.6	Arcilla	10 YR 8/3	10 YR 7/6
Perfil 4: Teziutlán						
0 - 5				Humus		
5 - 10	59.4	33.3	7.3	Fr - Ar	10 YR 3/3	10 YR 2/3
10 - 30	70.7	20.0	9.3	Fr - Ar	10 YR 5/6	7.5 YR 4/4
30 - 70	65.4	27.3	7.3	Fr - Ar	10 YR 5/6	7.5 YR 4/4
70 - 120A	33.98	40.0	26.02	Fr - Arc	2.5 Y 6/1	2.5 Y 3/2
70 - 120B	45.98	42.0	12.02	Franco	10 YR 5/4	10 YR 3/4
120 - x A	45.5	40.94	13.66	Franco	10 YR 5/4	10 YR 3/4
120 - x B	60.2	0.3	30.5	Fr - Ar	10 YR 7/3	10 YR 4/4

Tabla 2: Datos de Análisis de suelos (Continuación)

CARACTERISTICAS QUIMICAS					
(cm) Profundidad	pH	M. org.	N	C/N	C.I.C.T.
<b>Perfil 1: Zacualtipán</b>					
0 - 5	4.12	Humus	1.8391	31.540	56.65
5 - 15	4.42	12.94	.3913	19.180	38.88
15 - 35	5.0	1.932	.0871	11.540	28.37
35 - 57	4.90	1.312	.0764	9.960	24.17
57 - 75	4.98	0.862	.0823	6.074	22.59
75 - x	4.80	0.276	.0853	1.876	16.81
<b>Perfil 2: Zacualtipán</b>					
0 - 3	5.0	Humus	1.5743	36.84	61.27
3 - 10	4.70	8.696	.2618	19.265	32.47
10 - 28	4.83	16.73	.3560	27.256	55.70
28 - 60	5.70	0.760	.0470	9.378	41.61
60 - 95	5.15	0.692	.0353	11.369	40.67
95 - 120	5.30	0.208	.0264	4.569	45.19
120 - x	5.55	0.138	—	—	40.04
<b>Perfil 3: Zacualtipán</b>					
0 - 2	4.10	Humus	.2381	243.60	44.24
2 - 40	4.45	12.25	.3333	21.317	41.89
40 - 90	5.55	2.072	.0892	13.472	29.63
90 - 140	5.20	1.172	.0327	20.787	28.16
140 - x	5.53	0.138	—	—	24.27
<b>Perfil 4: Teziutlán</b>					
0 - 5	4.90	Humus	1.5030	38.59	75.05
5 - 10	4.58	23.12	.6696	20.026	59.00
10 - 30	5.35	13.588	.1458	14.273	43.48
30 - 70	5.98	1.104	.0595	10.761	30.93
70 - 120A	4.93	0.552	.0208	15.392	49.85
70 - 120B	5.70	0.760	.0446	9.883	50.28
120 - x A	5.73	0.552	.0297	10.779	51.56
120 - x B	6.00	0.068	.0178	2.215	27.85

Lassó (1944) dice que el suelo donde vegeta Fagus mexicana es generalmente negro, formado por una mezcla de arcilla y arena en diferentes proporciones, dominando en algunas ocasiones la arcilla, aunque no es muy compacto por efecto de la gran cantidad de materia muerta y del abundante humus. La profundidad es muy variable, pudiéndose fijar como término medio 1.5 m; la capa orgánica varía por causa del desnivel del terreno, teniéndose en las pendientes un espesor de 5 a 10 cm y en las faldas o barrancas hasta 35 cm.

#### 4.2. FACTORES BIOTICOS:

##### 4.2.1. VEGETACION:

Lauer (1973) estudió la vegetación de la Sierra Madre Oriental en la línea Nautla-Teziutlán- Malinche e Iztaccihuatl encontrando que las formaciones vegetales en la región costera y parcialmente en los bosques de las montañas bajas pertenecen generalmente a elementos neotropicales. En los demás pisos altitudinales se encuentran numerosas familias de plantas extratropicales. Ya desde los 800 m de altitud se imponen las especies boreales. En este escalón de transición siempre húmedo y de temperaturas constantes se encuentran a la vez elementos florales de México central en sus subdivisiones Andino-subantárticas y trópico-montañas, como Bunera, Wcirmannia, Fucshia, Gaultheria, Pernetia, Clethra, Podocarpus, Cyathea, etc... (Ern, 1972). En altitudes de 1500 a 1800 m predominan las

especies boreales de árboles de fronda, entre ellos Quercus, Fagus, Ulmus y Plantanus. Arriba de los 2000 m, hasta los 4000 m s.n.m. el carácter de la vegetación está marcado básicamente por las coníferas Pinus, Abies, Cupressus y Juniperus que actualmente forman extensos bosques en las orillas orientales de las tierras altas (Lauer, 1973; Ern, 1972).

Rzedowski (1978) dice que el término "Bosque Mesófilo de Montaña" fue utilizado por vez primera por Miranda (1947) para describir una comunidad vegetal de la cuenca del Balsas en el mismo piso altitudinal que el encinar pero en condiciones de humedad más favorables. Este término empleado por Rzedowski incluye comunidades vegetales con similitudes fisiológicas, ecológicas y florísticas que han sido denominadas en diversas formas, como "Selva Baja Siempre Verde" (Miranda, 1952), "Selva Mediana o Baja Perennifolia, Bosque Caducifolio" (Miranda y Hernández, 1963), "Selva nublada" (Board, 1946), etc... .

En México el Bosque Mesófilo de Montaña corresponde al clima húmedo de altura, ocupando en las zonas montañosas lugares más cálidos que aquellos propios del bosque de Abies y más húmedos que los típicos para bosques de Quercus y Pinus. Las regiones que en México presentan las condiciones climáticas necesarias para el desarrollo de este tipo de bosque fueron estimadas por Leopold (1950) en un 0.5 % y por Flores et al. (1972) en 0.87 % del territorio nacional.

El bosque mesófilo de montaña se presenta en forma de distintas

asociaciones con una distribución fragmentaria donde las especies dominantes con frecuencia varían de una cañada a otra, por lo que el conjunto constituye una unidad bastante heterogénea. Fisionómicamente es un bosque denso que alcanza algunas veces más de 60 m de altura (este dato es dudoso: Gutiérrez Palacio: com. pers.), con árboles cuyos troncos pueden alcanzar más de 2 m de diámetro. La comunidad incluye tanto árboles perennifolios como de hoja decidua (Rzedowski, 1978). En las partes intermedias de la vertiente este de la Sierra Madre Oriental, este tipo de bosque se caracteriza por la pérdida de hojas en la temporada invernal. Las especies características son el liquidámbar (Liquidambar stracyflua), el haya (Fagus mexicana), Nyssa sylvatica, Cornus disciflora y Myrica mexicana (Anónimo, 1979a). Los bosques nublados de la Sierra de Puebla se encuentran por lo general en altitudes entre 1800 y 3000 m. Dominan las especies Pinus patula, Abies religiosa y Pinus ayacahuite que poseen la característica de formar suelos ricos en humus (Em, 1973). Su presencia está relacionada con nieblas frecuentes causadas por los nortes y por los vientos alisios. Pinus patula extrae mucha agua suplementaria de la niebla, por lo que tiene un gran valor para el régimen de aguas en toda la Sierra y para los terreros cultivados en las llanuras del Golfo. El bosque de haya ocupa los mismos sitios que los bosques de pino y abeto, pero en condiciones de mayor humedad (Anónimo, 1979a).

Las especies registradas durante el muestreo por sitios aparecen

en la tabla 4. Se observa que la cobertura por especies en el estrato rasante, herbáceo y arbustivo en Zacualtipán es en su mayor parte menor al 1 %. La cobertura total para estos tres estratos corresponde en su mayor parte al 5 %.

Para el estrato arbóreo la cobertura por especie llega a ser para Fagus del 100 % y en general varía de 75 a 100 %. Para Magnolia el promedio está entre 25 y 50 % y para Clethra Quercus entre 5 y 25 %. La cobertura total del estrato arbóreo es de casi 100 % en todos los sitios.

En Tezuitlán el estrato herbáceo y arbustivo alcanza un mayor porcentaje de cobertura, hasta 50 % en tanto que el estrato arbóreo disminuye situándose entre 50 y 75 %.

La cobertura del estrato herbáceo para la vegetación riparia en Zacualtipán (sitios I - IV) fué del 50 al 75 %.

Se observa que el sotobosque en la comunidad de Fagus mexicana es muy escaso.

- o -

El número de especies registradas en el muestreo es de 39 en Zacualtipán y 34 en Tezuitlán; sin embargo, el número de especies colectadas tanto en los sitios como fuera de éstos aparece en la tabla 5.

Existe un mayor número de especies por 0.1 Ha en Tezuitlán,

lo que se aprecia en la tabla 4. Ello es resultado de perturbación en esta localidad, donde, además, la cobertura del estrato arbóreo es menor que en Zacualtipán, hecho que conduce a una mejor luminosidad en los estratos inferiores.

- o -

El estrato rasante está representado por musgos principalmente, que crecen sobre troncos y ramas caídas, sobre raíces superficiales y sobre piedras. Cercano a los arroyos son frecuentes Hedeoma sp., Hydrocotyle mexicana y varias commelináceas. En las márgenes de los arroyos y sobre rocas aparecen hepáticas, Sellaginella y algunas gramíneas.

En el estrato herbáceo el género Miconia es el más abundante en Zacualtipán, apareciendo M. oligotricha con una frecuencia de 0.94. Le siguen en importancia Deppea sp. y Elaphoglossum sp. con 0.47, M. anisotricha con 0.42, Alsophila quadripinnata y Cyperus sp. con 0.31 y Orquídeas con frecuencia de 0.15.

En Teziutlán M. oligotricha es la especie con mayor porcentaje de cobertura y le siguen diversas especies de helechos. Por su frecuencia Woodwardia martinezii, Elaphoglossum sp. y Polypodium sp. son los característicos. Otras especies registradas en los tres sitios de muestreo son Cestrum benthani y Eugenia capuli.

Las especies representantes del estrato arbustivo son Ocotea klotzschiana con una frecuencia de 0.26, el cafecillo con 0.42, chalahuite



con 0.21 y Befaria laevis con 0.10.

En este estrato se encuentran con frecuencia especies arbóreas, registrándose F. mexicana con un valor de 0.68, Magnolia schiedeana con 0.47 y Clethra con 0.10.

Las especies del estrato arbóreo encontradas únicamente en Za\_cualtipán son Quercus trinitatis, Encino manzanilla, Befaria laevis, Fagus, Magnolia, Clethra, Liquidambar, Quercus xalapensis Pinus Patula, Turpinia insignis y Cyathea se encuentran representadas en ambas localidades.

En base al muestreo por transecto se obtuvo el diagrama del perfil del estrato arboreo (Figura 9). Se observa que en las cimas predominan Pinus patula y Quercus trinitatis. Las observaciones de campo mostraron que a menor altitud desaparece Pinus y en su lugar aparece Befaria laevis, mezclada con Quercus trinitatis. En las laderas aparece Fagus mexicana, lugar que está protegido de los vientos y donde se acumula la neblina. Turpinia insignis aparece tanto en la cima como en las laderas. Magnolia schiedeana aparece esporádicamente, lo que se debe en cierta medida a que en su mayoría los individuos de esta especie poseen d.a.p. menor a 10 cm, lo que los incluye en el estrato arbustivo y no en el arbóreo. Clethra macrophylla aparece exclusivamente en las laderas.

Aparentemente, la exposición de la pendiente no tiene influencia en la vegetación arbórea, pero sí las crestas.

Tomando como referencia la figura 9 se escogieron diez sitios

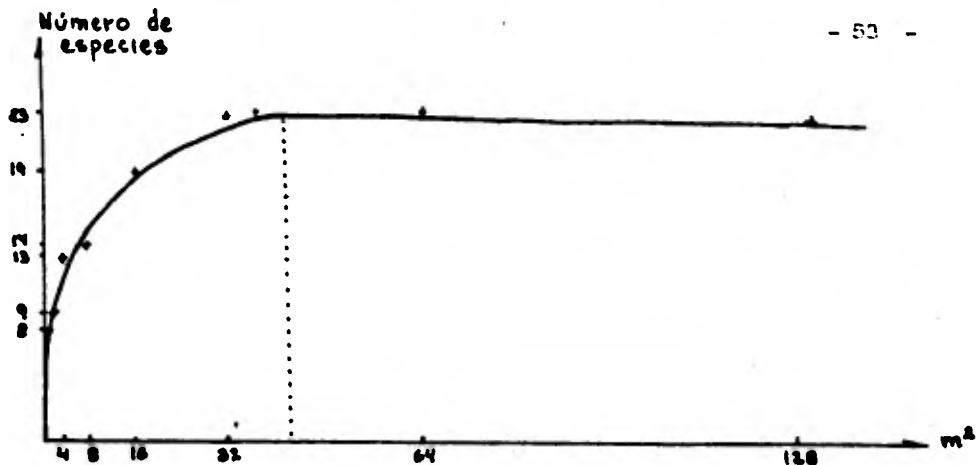
bajo aquellos lugares donde prevalecía una especie arbórea para determinar qué especies del sotobosque corresponden al estrato superior (Tabla 7).

En esta tabla se anotan a la vez las especies que aparecen a una distancia de hasta 5 m en ambas márgenes de los arroyos.

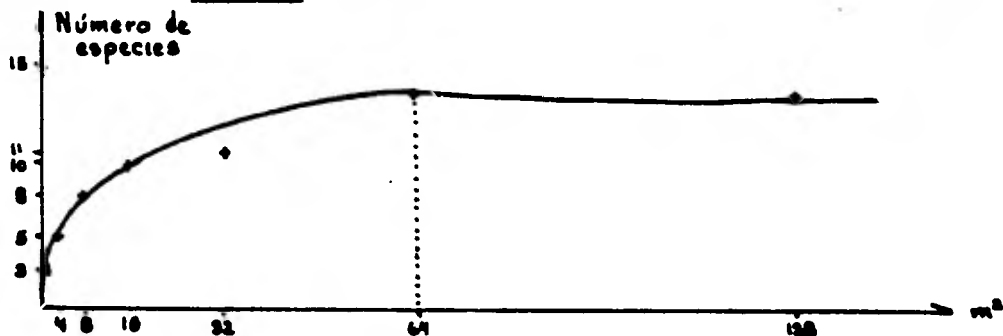
Se observa que las especies características en los estratos inferiores donde prevalece Pinus patula son Alchemilla pectinata, Baccharis conferta, Digitalis purpurea, Tibouchina galeottiana, Eupatorium y Rubus.

Las especies en los estratos inferiores donde domina Quercus trinitatis existen también en sitios donde prevalece Fagus mexicana, solo que con menor frecuencia, como Deppia y Miconia que parecen ser características del bosque de Fagus. Las especies que prefieren sitios húmedos, éstas, que crecen cerca de los arroyos, son Cestrum benthani, Cuphea, Sellaginella, Commelina, Peperomia liebmanii y Begonia beissieri.

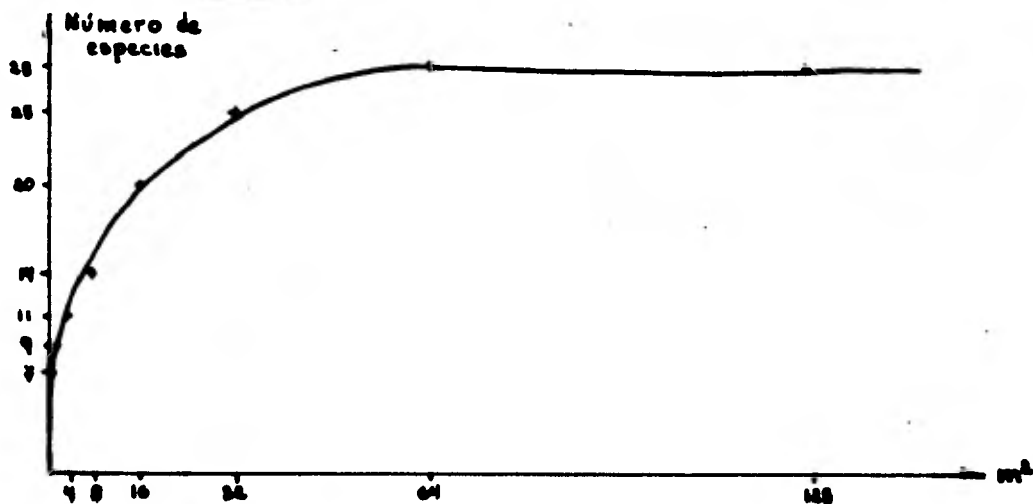
Se observa también que en los estratos inferiores de sitios donde prevalece Fagus existe renuevo de Quercus, el renuevo de Fagus es proporcional numéricamente al renuevo de encino. El renuevo de Clethra es abundante en toda el área, pero son pocos los individuos de esta especie que alcanzan grandes proporciones.



Gráfica 5: Area mínima; vegetación riparia

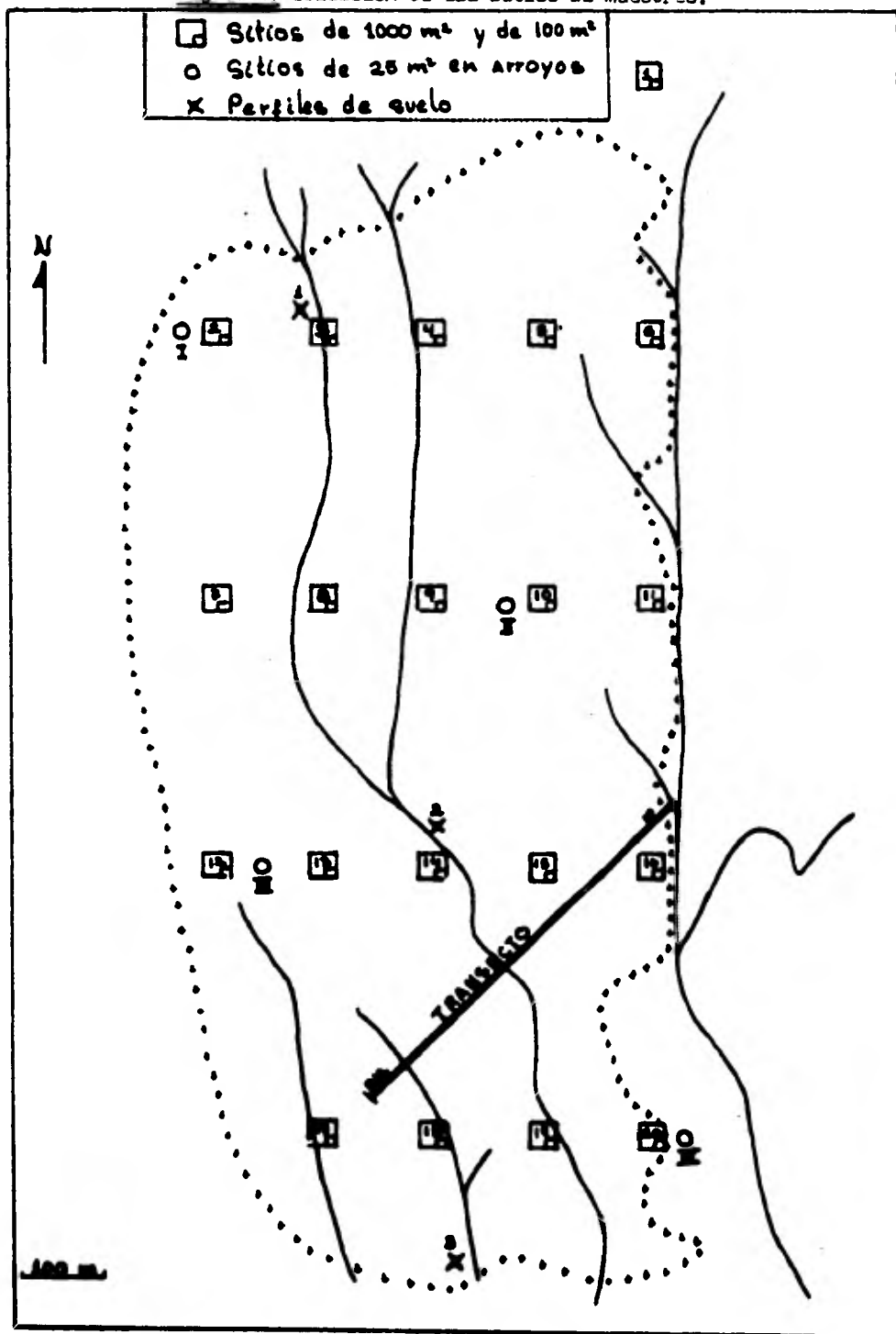


Gráfica 6: Area mínima; bosque de haya; Zacualtipán.



Gráfica 7: Area mínima; bosque de haya, Teziutlán.

Figura 8: Ubicación de los sitios de muestreo.



ESPECIE	SITIO																										
	Zacualtipán																				Teziutlán			Zacualtipán			
	2	4	5	6	11	15	19	8	10	12	13	16	18	3	7	9	14	17	20	21	22	23	I	II	III	IV	
<u>Fagus mexicana</u> M.	3	3	4	3	4	2	4	3	3	3	4	3	5	3	2	3	4	3	3	4	1	4					
<u>Magnolia schiedeana</u> Schlecht	2	3	2	2	2	+	1	1	1	3	r	1	+														
<u>Elaphoglossum</u> sp	1	+	r	+	r	r	+												1	+	+						
<u>Clethra macrophylla</u> Mart. & Gal.	3			1	+					+		2					+		2	1	+	r				+	
<u>Befaria laevis</u> Sonth.	1													1	1	2											
<u>Miconia oligotricha</u> (C.D.) Neel.		1	1	3	1	2	+	1	+	1	+	+	+	1	1	+	2	+	2	2	2	1				1	
<u>Miconia anisotricha</u> (Schlecht)		1		1	+		+	1				+						+	2							+	
<u>Ocotea klotziana</u> (Nees)		+	1	1		+				+			1	1						r		+					
<u>Alsophila quadripinnata</u>		+			1		1		1							1		2			1	r					
<u>Blechnum</u> sp		+																									
Cafocillo			1	1		+	2			+		+				1	+	2	r								
<u>Quercus trinitatis</u>			1					3				+							r								
<u>Epifagus virginiana</u> (L) Barton			r		r																						
<u>Quercus</u> sp				1									2				2										
<u>Cyperus</u> sp			r		+		r									r		+	2								
Commelinaceae			+		+													+									
Orquidaceae			+	r														r									
Rubus spp			1																+					1			
<u>Smilacina flexuosa</u> Bertol.			+																r		+						
<u>Begonia beissleri</u> A.			r																					1	1		
<u>Asplenium monanthes</u>			1																						r		
<u>Oepaea excelsa</u>					+	+	1			r	+	r			1	+		1						+			
Chalahuite				+								r	+				1							+			
<u>Turpinia insignis</u> (H.B.K.) Tulasne						2		+							+	r				r	1						
<u>Polypodium rhodopleuron</u> Kze								r																			
<u>Pera silvestre</u>										+									+						+		
<u>Polystichum aculeatum</u> (L.) Roth.											+				+			+				r					

Tabla 4: Especies en los sitios de muestreo

ESPECIE	SITIO																										
	Zacualtipán																	Teziutlán			Zacualtipán						
	2	4	5	6	11	15	19	3	10	12	13	16	18	3	7	9	14	17	20	21	22	23	I	II	III	IV	
Hierba de Tajón										r																	
<u>Nephalca mexicana</u> (Schlecht & Cham) Tryon											r																
<u>Smilax moranensis</u> Mart. & Gal.													r		r					r	r			r			
<u>Pinus patula</u> Schlecht et Cham														1													
<u>Senecio schaffneri</u> Schultz															+	r			r								
<u>Polypodium</u> sp																1		r		1	+	+				1	
<u>Oropanax jalapense</u> H.B.K.																+						+					
<u>Adiantum poiratii</u>																1											
<u>Woodwardia spinulosa</u> Mart & Gal																		+	+				r	+			
<u>Diplazium</u> sp																	r							+			
<u>Woodwardia martinezii</u> Maxon																			1		1						
<u>Hydrocotyle mexicana</u>																				r							
<u>Pinicete acútica</u>																						+	1	1			
<u>Cestrum benthami</u> Miers																						1	2	1			
<u>Eugenia copuli</u> (Schlecht et Cham)																					r	1	1				
<u>Liquidambar styraciflua</u>																						3	3				
<u>Senecio aschbourmianus</u> Schultz																						+		1			
<u>Quercus jalapensis</u> H. et B.																						1	3				
<u>Araucariox denticulata</u> (Sw) Morton																						1		+			
<u>Cyathca</u> sp																						2					
<u>Gleichenia bancrofti</u> Hook																						1					
<u>Dryopteris filix-mas</u> (L.) Schott																							1				
<u>Alnus glabrata</u> Fernald																								+			
<u>Selaginella galcottii</u> Spring																								+			

Tabla 4: Especies en los sitios de muestreo (continuación)

ESPECIE	NOMBRE VULGAR	ZAC.	TEZ.	USOS LOCALES
<u>Ficus mexicana</u>	Haya-Tepeilite	x	x	Semilla comestible;
<u>Magnolia obovata</u>	Noria	x	x	Flor se toma con aguardiente;
<u>Clethra macrophylla</u>	Pahuilla	x	x	Forraje
<u>Liquidambar styraciflua</u>	Suchata- Liquidambar	x	x	
<u>Quercus jalapensis</u>	Encino quebrache	x	x	Duela para barricas; con el corazón de la madera se prepara tepache.
<u>Turpinia insignis</u>	Palo prieto	x	x	
<u>Cestrum benthoni</u>	Hierba de coyote	x	x	
<u>Coccoloba klotzschiana</u>		x	x	
<u>Eugenia capuli</u>	Huesillo	x	x	
<u>Oreopanax jalapense</u>		x	x	
<u>Rubus schiducanus</u>	Zarzamora	x	x	Medicinal: flor y raíz: contra la disentería roja; comestible y para preparar vino dulce.
<u>Smilax serotensis</u>	Huingue monudo-Itano	x	x	
<u>Miconia oligotricha</u>	Teshua blanca	x	x	Forraje; fruto comestible
<u>Samboto andombourgnianus</u>	Pata de vaca grande	x	x	
<u>Smilacina flexuosa</u>		x	x	
<u>Hydrocotyle sp</u>	Santodomingo	x	x	Té aromático
	Cafecillo	x	x	
	Pera silvestre	x	x	Fruto comestible
<u>Zizania sp</u>	Pezzo	x	x	
<u>Woodwardia martinicensis</u>		x	x	

Tabla 5: Lista florística de especies colectadas

ESPECIE	NOMBRE VULGAR	ZAC.	TEZ.	USOS LOCALES
<u>Dryopteris filix-mas</u>		x	x	
<u>Polystichum aculeatum</u>		x	x	
<u>Alsophila quadripinnata</u>		x	x	
<u>Polypodium sp</u>		x	x	
<u>Selaginella galeotti</u>		x	x	
<u>Pinus patula</u>	Pino-Ocote	x	x	Moderable, para construcciones
<u>Begonia beissleri</u>	Begonia silvestre	x	x	
<u>Elaphoglossum sp</u>		x	x	
	Musgos	x	x	Med: té contra parásitos intestinales
	Tripa de pollo	x	x	Forrajera
<u>Rubus sp</u>	Zarzamora	x		
<u>Digitalis purpurea</u>	Pulpure-Emilia	x		Med: té para el corazón
<u>Quercus trinitatis</u>	Encino hojeador	x		
<u>Quercus crassifolia</u>	Encino hoja ancha	x		
<u>Philadelphus mexicana</u>	Jazmín	x		Té aromático
<u>Berberis sp</u>	Palo amarillo	x		Med: Raquitismo en niños preparado en té
<u>Befaria laevis</u>	Flor de mayo-Cuaresma	x		Flor comestible
<u>Tibouchina galeottiana</u>	Alcantarilla	x		Med: contra disentería roja mezclada con zarzamora
<u>Miconia anisotricha</u>	Teshua morada	x		Forraje; fruto comestible
<u>Senecio schaffneri</u>	Pata de vaca chica	x		

Tabla 5: Lista florística de especies colectadas (continuación).



ESPECIE	NOMBRE VULGAR	ZAC.	TEZ.	USOS LOCALES
<u>Urtica mexicana</u>	Chichicastle	x		Med: contra las reumas
<u>Piper amalago</u>	Acoyo	x		Comestible
<u>Peperomia liebmannii</u>	Quelite de venado	x		Comestible
<u>Sambucus mexicana</u>	Sauco	x		Med: flor contra el asma; baños contra las reumas
<u>Bidens pilosa</u>	Rosilla-Mozote	x		Comestible
<u>Epifagus virginiana</u>		x		
<u>Marrattia alatta</u>	Mafz silvestre	x		Comestible
<u>Neghelea mexicana</u>		x		
<u>Dioleziun sp</u>		x		
<u>Thelypteris sp</u>		x		
<u>Blechnum sp</u>		x		
<u>Polypodium subpetiolatum</u>		x		
<u>Asplenium monanthes</u>		x		
<u>Adiantum poiretii</u>		x		Med: contra hemorragias vaginales
<u>Woodwardia spinulosa</u>		x		
<u>Woodwardia sp</u>		x		
<u>Polypodium rhodopleuron</u>		x		
<u>Asplenium sessilifolium</u>		x		
<u>Graphalium sp</u>	Gordo lobo	x		Med: para la tos, asma; como té; en heridas en forma de cataplasma

Tabla 5: Lista florística de especies colectadas (continuación).

ESPECIE	NOMBRE VULGAR	ZAC.	TEZ.	USOS LOCALES
<u>Cuscuta</u> sp	Cúscuta	x		Pasa lavado del pelo
	Palo de agua	x		Forraje lechero
<u>Hedeoma</u> sp	Santodomingo	x		Té aromático para el estómago, con aguardiente o piloncillo
	Hierba de tejón	x		Med: el camote desinflama las ronchas
	Hierba mora	x		Med: contra úlcera, cólicos; para bañar niños; refrescante
<u>Rubus eriocarpus</u>	Zarzamora		x	
<u>Smilax</u> sp			X	
<u>Tibouchina</u> sp			x	
<u>Alnus glabrata</u>			x	
<u>Arachnoides denticulata</u>			x	
<u>Peltis pteris peltata</u>			x	
<u>Gleichenia bancroftii</u>			x	
<u>Dryopteris</u> sp			x	
<u>Phlebodium aureum</u>			x	

Tabla 5: Lista florística de especies colectadas (continuación)

ESPECIES ARBOREAS	SITIOS																						
	Zacualtipán																				Teziutlán		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
<u>Fagus mexicana</u>	26	8	20	25	3	36	16	28	33	25	23	35	15	37	16	24	27	26	76	13	8	5	
<u>Clethra macrophylla</u>	1	1	6	1	1	8	9	3					1	4		5			3	9	3	3	1
<u>Quercus trinitatis</u>	10			2			3						1		28			6	3				
<u>Quercus sp</u>	4		4							2			1						1				
<u>Magnolia schiedeana</u>		5		9	9	16		1		6	4	3			4		5	2	29		1	1	
<u>Pinus patula</u>	1		6																1				
<u>Turpinia insignis</u>	1	1			1								4				3		5				
<u>Liquidambar styraciflua</u>	23					2								2			1			4	2		
<u>Befaria lacvis</u>			13					3	3		2						5						
<u>Oreopanax xalapensis</u>						1																	
<u>Quercus xalapensis</u>				4																5	7	2	
<u>Cyathea sp</u>																				4			

Tabla 5: Número de individuos del estrato arboreo por sitio

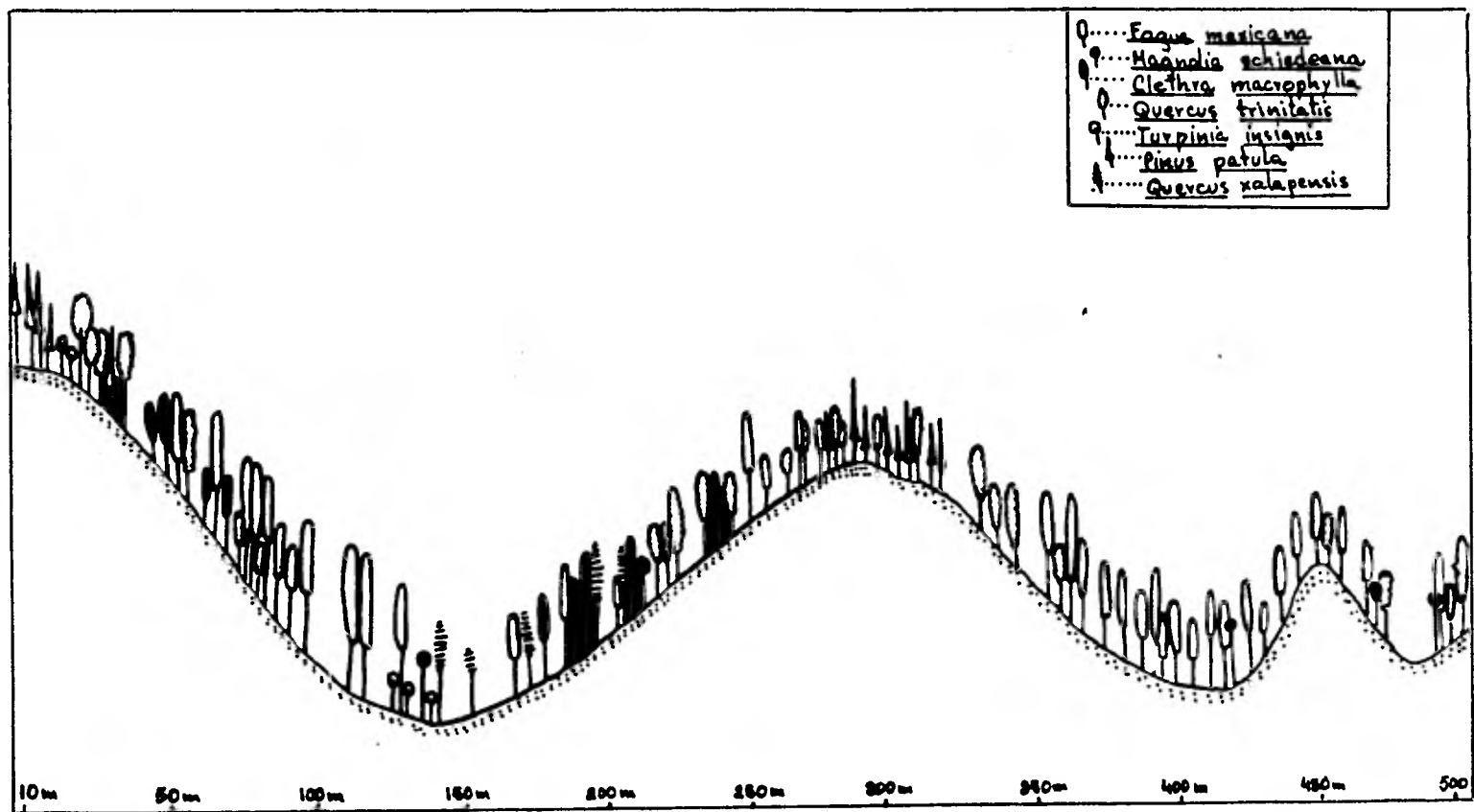


Figura 9: Muestreo por transecto: perfil esquemático para el estrato arbóreo en Zacualtipán.

Especies	Pinus		Quercus			Fagus				Arroyos			
	Sitio	1-10	301-310	31-40	231-240	341-350	111-120	181-190	381-390	431-440	146-155	421-430	489-498
<u>Helechos</u>		10	2		2	3	6	10	7		10	10	8
<u>Clethra</u>		5		4	1	5	4		2	1			
<u>Gramineae</u>		10		2			1						
<u>Sibthorpbia</u>		4					3						2
<u>Cafecillo</u>		1	1							1			3
<u>Eugenia</u>			3					1				1	
<u>Tibouchina</u>		9	3	7									
<u>Eupatorium</u>		3	1	4									
<u>Defaria</u>		1		2									
<u>Alchemila</u>		6											
<u>Secharis</u>		2											
<u>Digitalis</u>		10											
<u>Rubus</u>		10											
<u>Miconia oligotricha</u>				3	1	4	6	9	2	9	2	5	7
<u>Oppea</u>				3			9	5		1	4		1
<u>Smilax</u>						1	1		1	1	1	2	1
<u>Cyperus</u>						2		1				1	
<u>Ocotea</u>					1	2	1	3	1				
<u>Fagus</u>					1		1		2	2			
<u>Elaphoglossum</u>						3	2		5				
<u>Quercus trinitatis</u>					1		1						
<u>Miconia anisotricha</u>				4	1					1			
<u>Orchidaceae</u>					2		3			1		1	
<u>Berberis</u>						2							

Tabla 7: Muestreo por transecto: frecuencia de especies de los estratos rasante herbáceo y arbustivo con relación al estrato arbóreo.

Especies	Pinus		Quercus			Fagus				Arroyos			
	Sitio	1-10	301-310	31-40	231-240	341-350	111-120	181-190	331-390	431-440	146-155	421-430	489-493
<u>Commelinaceae</u>							3	6		4	9	6	7
Hierba de tejón							1	1		3		1	2
<u>Compositae</u>									3	8		7	
<u>Peperomia</u>								3			4	5	
<u>Quercus xalapensis</u>							1	2					
<u>Turpinia</u>								2	1				
Chalahuite								1					
Tomatillo								3			5		
<u>Magnolia</u>										1			1
<u>Cuphea</u>										8	1	8	4
<u>Costrum</u>											5	1	
<u>Selaginella</u>											4		1
<u>Sauccio</u>											1		
<u>Begonia</u>											1		

Tabla 7: Muestreo por transecto: frecuencia de especies de los estratos rasante, herbáceo y arbustivo con relación al estrato arbóreo. (continuación).

#### 4.2.2 . FAUNA:

El género Fagus es resistente al ataque de insectos. No se observaron signos de plagas en el bosque de haya. Por su reducida superficie, la fauna existente en la comunidad de F. mexicana corresponde a grosso modo a aquella del bosque mesófilo de montaña.

Entre los animales de mayor tamaño que existen en la localidad de Zacualtipán (Ejidatarios: com. pers) se encuentran el armadillo, tejón, mapache, zorra, conejo, ardilla, pericos, palomas, codorniz, carpintero, chucho y calandria, águila real y serpientes.

El bosque de Fagus beneficia en diferentes formas a la fauna. Entre las especies vegetales que integran la comunidad existen varias que son forrajeras, como Miconia, que es además muy frecuente. Las nueces de encino y de haya proporcionan abundante alimento, y relatan los ejidatarios que en años semilleros llegan parvadas de pericos a comerse las semillas.

A la vez, los árboles brindan protección a la fauna, y aquellos troncos ahuecados son empleados como madrigueras.

La cacería en estos lugares es rara, sin embargo la depredación de la fauna ha eliminado algunas especies, como el venado, que era abundante en épocas pasadas. Algunos animales, como el zorrito, han desaparecido por estar relacionados con usos medicinales.

#### 4.2.3. AGRICULTURA Y GANADERIA.

La población de Zacualtipán, con aproximadamente 12,000 habitantes, se dedica principalmente a la industria de ropa. Hasta hace pocos años otra industria que ocupaba parte de la población era la del calzado. Algunos habitantes, tanto de la ciudad como de sus alrededores, laboran en las minas de manganeso de Nonoalco, situadas al norte de Zacualtipán.

El Ejido La Mohonera, donde se localiza el bosque de Fagus, tiene una población de 300 personas, abarcando una superficie de 326 Ha. La mayoría de ellos trabaja en Zacualtipán y en Nonoalco, especialmente las personas jóvenes.

Existen algunas parcelas sembradas con maíz y frutales como manzanos, duraznos y perales, pero se utilizan únicamente para el autoconsumo; lo mismo sucede con animales domésticos, cuyos productos se emplean a nivel familiar. Los productos básicos de consumo en Zacualtipán provienen principalmente de las zonas cálidas de las Huastecas.

Los bosques en la localidad se encuentran bien conservados. Desde principios de la década de los años cuarenta se impuso una veda total que duró hasta 1976. Actualmente se está implantando un programa de uso de suelo que en su primera fase comprende el desmonte de 5 ha de bosque de Pinus patula para cultivo de frutales. Anterior a este programa, ya avanzado, durante años no hubo una explotación comercial de madera en la región. Actualmente los ejidatarios de La Mohonera están buscando la posibilidad



de explotar el recurso que para ellos significan las 40 Ha de bosque de haya.

El bosque de Fagus situado en el municipio de Teziutlán, de propiedad particular, se encuentra en una región agrícola. En las tierras altas, frías y húmedas, se cultiva maíz, papa y frijol y entre las frutas están principalmente la pera, la ciruela y el manzano. Hacia la zona cálida se cultiva principalmente el café. También existen en la región ranchos ganaderos, granjas avícolas y porcinas.

Cercano al bosque de Fagus existen desmontes en laderas con pendientes muy pronunciadas donde se cultiva simultáneamente el maíz con árboles frutales. En esta localidad el bosque de haya se encuentra muy perturbado por la acción del hombre y la especie está seriamente amenazada por el avance de los desmontes con fines agrícolas.

#### 4.2.4. TALA, INCENDIOS, Y PASTOREO.

En general, la Familia Fagaceae es resistente a plagas y enfermedades. En las localidades estudiadas no se observaron signos de éstas. En Zacualtipán algunos árboles viejos mostraban el fuste entero por fuera, pero hueco. Lassé (1944) lo menciona como chancro o podredumbre de la maderera, que parece ser causada por microorganismos que penetran al haber una abertura en la corteza, producida por animales, por rayos o por el hombre..

En esta localidad ocasionalmente se llevan rebaños de chivos

para pastorear, aunque debido a la escasez de sotobosque y a las pendientes pronunciadas, estos animales son sólo conducidos a través de la comunidad de Fagus para que se alimenten en bosque de pino o de liquidámber.

En Teziutlán, existiendo un espeso sotobosque, se observa el pa\_ so de animales domésticos como caballos y vacas.

En Zacualtipán los ejidatarios relataron el caso de un gran in\_ cendio que comenzó en bosque de pino y duró 3 meses en los años treinta. Sin embargo, los incendios son raros y pocas veces de importancia debido a las condiciones húmedas que imperan durante todo el año.

La producción forestal prácticamente no existe aunque las espe\_ cies del bosque mesófilo de montaña tienen madera de buena calidad. Local\_ mente se emplea para diversos fines (Rzedowski, 1978). Se calcula que aproximadamente el 60 % de las familias dependen directamente de la leña para cocinar sus alimentos en las partes altas de la Sierra Madre Orien\_ tal (Anónimo, 1979 a). En este aspecto la tala alcanza proporciones con\_ siderables y a la vez es dañina, ya que normalmente los árboles derribados son los más jóvenes. En Zacualtipán, por la abundancia de madera de pino, el bosque de haya ha sido respetado en este sentido, en tanto que en Teziu\_ tlán se emplea todo tipo de árboles para la obtención de combustible.

5.- FENOLOGIA DE Fagus mexicana.

5.1. HOJAS:

Como todas las especies caducifolias, Fagus mexicana renueva su follaje cada año. Las yemas, largamente ovoides, morenas y brillantes, de unos 9 mm, con escamas imbricadas (Lassé, 1944) y de perfoliación enrollada, comienzan a desarrollarse a finales del invierno, en febrero. Las nuevas hojas tienen una consistencia blanda y una coloración rojiza.

Este desarrollo de las yemas foliares coincide con el mes en que la temperatura media comienza a elevarse y en el cual la precipitación pluvial es la menor en el año.

Las hojas, de tonos verde claro cuando son jóvenes, se endurecen conforme van madurando hasta adquirir su color característico. Para los meses de abril y mayo los árboles de haya muestran ya sus frondas desarrolladas.

Lassé (1944) describe las hojas como alternas, casi dísticas, acuminadas, cuneadas en la base, elíptico acuminadas, de 5,5 a 7 cm de largo por 3 cm de ancho, con peciolo de 6 mm con vello blanco escuro, amarillento y brillante; de color verde, más claro en la cara inferior, delgadas y un poco coriáceas; con el borde irregularmente crenado dentado, con los denticillos cortos y romos en la prolongación de las nervaduras, excepto en la parte inferior atenuada, donde el borde es entero; pinninax

vadas, con 12 o 13 pares de nervaduras que parecen hundidas en la cara superior y prominentes en la inferior; la nervadura central es prominente en ambas caras; la superficie es glabra tanto en el haz como en el envés, pero la nervadura central en la cara inferior está cubierta de vello blanco.

Para fines del verano algunas hojas de F. mexicana comienzan a enrojecer, y durante octubre y noviembre caen, después de haber adquirido una coloración amarilla. Ern (1976) menciona que en Teziutlán la haya está desprovista de hojas sólo en diciembre y enero; sin embargo, son pocos los árboles que quedan completamente sin hojas. Principalmente en individuos jóvenes, hasta 10 m de altura, las hojas del ciclo anterior son tiradas después de que las nuevas han aparecido y están ya desarrolladas. Lauer (1973) sostiene que las especies boreales de árboles de fronda reaccionan a las deficiencias de calor y a las heladas botando sus hojas, y al no haber condiciones extremas y por las altas precipitaciones pluviales de 10 meses al año, no existe motivo para que suceda lo anterior. Cabe entonces suponer que el período de latencia se ha acortado tanto en Fagus mexicana, que no se puede definir claramente, lo que muestra una respuesta adaptativa a las condiciones climáticas de su habitat natural.

## 5.2. FLORACION:

Las flores aparecen inmediatamente después del desarrollo de

- 11 -

las yemas foliares. Las flores masculinas están en cabezales largamente estigminadas, en tanto que las femeninas se encuentran en racimos por pares.

La floración se lleva a cabo durante febrero y marzo, época que coincide con los meses de menor precipitación pluvial.

Rudolf y Leak (1974) mencionan una edad para producción de semilla en F. grandifolia de 40 años y para F. sylvatica de 40 a 80 años, de 40 a 50 años si crecen aislados y de 60 a 80 años si crecen en masas cerradas. Lassó (1944) dice que la haya florece y fructifica a los 60 años.

No todos los años hay abundante producción de semilla. En ellos la mayoría de las flores, tanto masculinas como femeninas son abortadas y se las encuentra cubriendo el suelo en grandes cantidades. Una posible causa se relaciona con las heladas tardías, a las que las flores de Fagus son algo vulnerables (Rudolf y Leak, 1974). Tanto en Zacualtipán como en Teziutlán se registran días de heladas durante febrero y marzo, llegando a ocurrir incluso hasta mayo, si bien los meses con días con heladas más frecuentes en los distintos años son enero y febrero.

### 5.3. FRUCTIFICACION:

El fruto, llamado hayuco o fayuco, se desarrolla a partir del involucro floral (Rudolf y Leak, 1974). La polinización se produce generalmente por acción del viento. La capacidad de dispersión del polen es muy

baja, registrándose en las inmediaciones del bosque de Fagus en Teziutlán valores de 0.1 y 0.3 % (Ohngemach y Straka, 1978).

Los frutos maduran durante el verano y se dispersan por gravedad o por la acción de animales, desde principios de septiembre y durante octubre.

#### 5.4. SEMILLAS:

El momento de la dispersión de las semillas de Fagus sylvatica se produce después de una fuerte helada, mientras que para Fagus grandifolia llega después de la primera helada del año (Rudolf y Leak, 1974). En Fagus mexicana la época de dispersión de semilla parece coincidir con el mes donde se presentan los primeros días con temperatura abajo de 0°C, correspondiendo a octubre en Zacualtipán y a noviembre en Teziutlán.

Para su recolección, las nueces de haya pueden sacudirse de los árboles o bien, colectarse directamente del suelo (Rudolf y Leak, 1974). Al secarse, la cáscara del hayuco se torna café y por ablación libera a las dos semillas que contiene.

En Teziutlán no se encontró semilla, mientras que en Zacualtipán se recolectó en septiembre aquella encontrada, correspondiendo únicamente a dos individuos de Fagus, aunque dichas semillas se sometieron a diferentes pruebas de germinación, toda ella resultó vana. La semilla vana difiere de la viable en cuanto a volumen, siendo la primera de menor tamaño y

peso.

Los árboles del género Fagus no producen semilla todos los años. Los intervalos entre grandes cosechas varían incluso en una misma localidad. En Wisconsin se menciona para F. grandifolia un intervalo de 4 a 5 años entre una cosecha y otra, mientras que para F. sylvatica en Inglaterra la frecuencia es de 3 a 10 años (Rudolf y Leak, 1974).

Mitchell dice que por regla un año semillero viene después de un verano caliente, en tanto que Rudolf y Leak observaron una correlación entre el tamaño de la cosecha con la temperatura del aire e insolación en el mes de julio. Los ejidatarios de La Mohonera en Zacualtipán sostienen que los años semilleros son cada 3 a 7 años, habiendo en ellos una enorme producción.

En Alemania se recolectan en un año semillero entre 800 y 1500 kg de semilla por hectárea de bosque de haya (Rudolf y Leak, 1974).

Las semillas de F. grandifolia tienen un promedio de germinación en el laboratorio del 85 %, con una media de 100 semillas por onza, pesando 1000 semillas un promedio de 163.5 gm. Las semillas de F. sylvatica son ligeramente menores en tamaño y peso (Anónimo, 1977).

Las semillas del género Fagus poseen latencia de tipo embrionario, pudiendo permanecer viables hasta 3,5 años almacenadas en condiciones especiales (Rudolf y Leak, 1974).

Los habitantes de La Mohonera comentan que en aquellos años productores las semillas de F. mexicana germinan a los pocos días de caer al suelo y que si las nueces se almacenan pierden su viabilidad rápidamente, en cuestión de semanas.

La germinación es epigea y en Zacualtipán (com. de los ejidatarios) las plántulas de haya se desarrollan en gran número hasta alcanzar unos 15 cm de altura y posteriormente la mayoría perece. Los habitantes locales piensan que la muerte del renuevo se debe a la falta de luz. Es probable que convraja además el factor temperatura ya que si la semilla germina a los pocos días de caer al suelo, la plántula comenzaría a desarrollarse en el invierno. Lassé (1944) menciona que los individuos jóvenes de haya son delicados y susceptibles a fuertes heladas y también a la sequía de primavera.

Neal (1975) dice que la regeneración natural de los bosques de ciduos, especialmente el de haya, es asegurada únicamente cuando hay un año con producción de enormes cantidades de semilla. La razón estriba en que los ratones, tuzas y conejos, que tienen una importante influencia sobre la cubierta herbácea, no alcanzan a atacar todas las plántulas de haya y algunas logran alcanzar un tamaño razonable que las previene de ser comidas. A la vez, Neal opina que es muy probable que algunas plántulas tengan oportunidad de desarrollarse únicamente si el año semillero coincide con un punto bajo del ciclo numérico de los roedores.



## 6.- DEMOGRAFIA.

### 6.1. NUMERO DE INDIVIDUOS EN LA ZONA:

Las especies registradas en el muestreo por sitios para el estrato arbóreo aparecen en la tabla 6. Las especies numéricamente dominantes aparecen en el siguiente cuadro:

ESPECIE	No. de árboles/hectárea		Frecuencia	
	Zacuatlipán	Teziutlán	Zacuatlipán	Teziutlán
<u>Fagus mexicana</u>	262.6	86.6	1.00	1.00
<u>Magnolia schiedeana</u>	54.2	6.6	0.78	0.66
<u>Clethra macrophylla</u>	26.8	23.3	0.53	1.00
<u>Quercus spp</u>	32.1	46.6	0.47	1.00
<u>Liquidambar</u>	2.6	20.0	0.21	0.66

La localidad en Teziutlán muestra una clara influencia perturbadora por acción del hombre, por lo que el bosque de haya en Zacuatlipán se escogió para describir la comunidad típica del bosque de Fagus mexicana.

El promedio de árboles de haya es de  $262.6 \pm 14.96$  por hectárea. Aunque la frecuencia para esta especie en los 19 sitios es de 1.00, la desviación estándar nos indica que la distribución de Fagus mexicana es muy heterogénea, lo que está en relación con la topografía accidentada que da lugar a diferencias en el microhabitat. Al analizar los sitios de muestreo como transectos altitudinales y por exposición general no se encontró relación alguna en cuanto al número de árboles por unidad de super

ficie.

Para los árboles de magnolia se registró un promedio de 54.2 individuos por hectárea, con una frecuencia de 0.78; para Clethra el promedio es de 26.8, con una frecuencia de 0.63. Estas dos especies nos mostraron una frecuencia total de 0.64 y 0.73 respectivamente, ésto es, tomando en cuenta la presencia de individuos con d.a.p. menor a 10 cm.

Las tres especies de Quercus, Q. trinitatis, Q. laurina y Q. xalapensis, registradas en el muestreo, dieron un promedio total de 32.1 árboles por hectárea, con una frecuencia de 0.47

Analizando la tabla 6 se obtiene que F. mexicana como única especie presente en los sitios de muestreo aparece con una frecuencia de 0.05 (sitio-9). La presencia de haya y magnolia en un mismo sitio presenta una frecuencia de 0.65, igual a aquella registrada para Fagus y Clethra. Sin embargo es menos común encontrar Fagus, Clethra y Magnolia en un mismo sitio, siendo la frecuencia de 0.31.

ESPECIES PRESENTES EN UN MISMO SITIO	FRECUENCIA
<u>Fagus</u> Únicamente	0.05
<u>Fagus</u> y <u>Magnolia</u> Únicamente	0.26
<u>Fagus</u> y <u>Clethra</u> Únicamente	0.05
<u>Fagus</u> y <u>Quercus</u> Únicamente	0.00
<u>Fagus</u> , <u>Clethra</u> y <u>Magnolia</u> Únicamente	0.10

ESPECIES PRESENTES EN UN MISMO SITIO	FRECUENCIA
<u>Fagus</u> , <u>Magnolia</u> y otras	0.63
<u>Fagus</u> , <u>Clethra</u> y otras	0.63
<u>Fagus</u> , <u>Quercus</u> y otras	0.47
<u>Fagus</u> , <u>Liquidambar</u> y otras	0.15
<u>Fagus</u> , <u>Magnolia</u> , <u>Clethra</u> y otras	0.31

En base a lo anterior, se observa que las especies características del bosque de haya son Fagus mexicana, Magnolia schiedeana y Clethra macrophylla, aunque es frecuente también encontrar Quercus, principalmente Q. trinitatis.

Analizando el estrato arbóreo en Teziutlán vemos que el promedio del número total de árboles es de 183.1/ha, menor a la mitad del promedio registrado en Zacualtipán, en donde resultó ser de 378.3/ha. Esta diferencia en densidad es atribuible a factores de perturbación que han eliminado la regeneración natural del bosque en Teziutlán y a la competencia entre el Liquidambar y Quercus xalapensis con aquellas características del bosque de Fagus. Ello se observa al analizar la relación porcentual de las especies presentes tanto en Teziutlán como en Zacualtipán:

RELACION PORCENTAL POR Ha DE ESPECIES EN TEZIUTLAN/ZACUALTIPAN	
<u>Fagus mexicana</u>	32.9 %
<u>Magnolia schiedeana</u>	12.1 %
<u>Clethra macrophylla</u>	86.9 %
-----	
<u>Quercus spp</u>	145.1 %
<u>Liquidambar styraciflua</u>	769.2 %

En tanto el número de individuos por hectárea de Fagus, Clethra y Magnolia disminuyen, Quercus y Liquidambar aumentan. Rzedowski (1978) menciona que los bosques puros de Liquidambar son esporádicos, en tanto que las comunidades de Quercus y Liquidambar son frecuentes desde Tamaulipas hasta Chiapas, respresentsnfo probablemente un tipo de vegetación clímax. Esto indica que aunque en Teziutlán Fagus mexicana es la especie dominante, el bosque de haya está siendo desplazado por la comunidad de encino y liquidambar.

#### 6.2. DISTRIBUCION DE EDADES:

Por la dificultad de medir anillos de crecimiento en el género Fagus, se empleó el diámetro del fuste a la altura del pecho para obtener una relación de edades en los individuos que componen el bosque de haya. Este criterio, aunque no es absoluto, proporciona un panorama general. Las gráficas 9 y 10 muestran la distribución de edades de las especies arbó-

reas más abundantes en Zacualtipán y en Teziutlán.

En Zacualtipán (gráfico 10) se observa la presencia de abundante renuevo de Fagus, Clethra y Magnolia, en tanto que el género Quercus muestra escasos individuos jóvenes. Aunque las categorías diamétricas no corresponden a la misma edad en estas especies, las curvas para las tres primeras se comportan en forma similar, con mayor número de individuos jóvenes y disminuyen conforme los árboles son más viejos.

La proporción de un número mayor de árboles de Quercus con relación al renuevo indica que este género encuentra dificultades para su dispersión, pero que aquellos individuos que logran establecerse prosperan en forma natural.

En Teziutlán (gráfica 9) se observa un abundante renuevo de Quercus, mientras que Fagus posee pocos individuos jóvenes. Se nota un desplazamiento de esta especie por las de Liquidambar y Quercus.

Tanto en Zacualtipán como en Teziutlán estas gráficas de edades muestran un aumento en el número de individuos en las categorías diamétricas de 71-30 y 41-50 respectivamente.

Los ejidatarios de La Mohonera mencionaban un fuerte incendio en los años cuarentas, lo que puede ser una explicación de este pico en la curva. Por la abundante hojerasca y de haber sucedido un fuerte incendio, los individuos jóvenes fueron consumidos por el fuego y solo sobrevivieron aquellos que por su tamaño resistieron el calor, los más viejos en

aquel entonces. Posteriormente la regeneración continuó en forma natural. Desgraciadamente no se tienen datos que relacionen la edad del árbol con su diámetro de fuste. De cualquier forma, este pico en la curva es probable que se deba a algún factor de perturbación en el pasado.

Analizando los sitios en transectos altitudinales E-W (gráfica 9) se observa una distribución de edades similar al total de la superficie de bosque de haya. Unicamente en el cuarto transecto se ve una disminución en el renuevo de Fagus, y ello se debe a perturbación por influencia humana, al quedar estos sitios en la parte más cercana a la carretera.

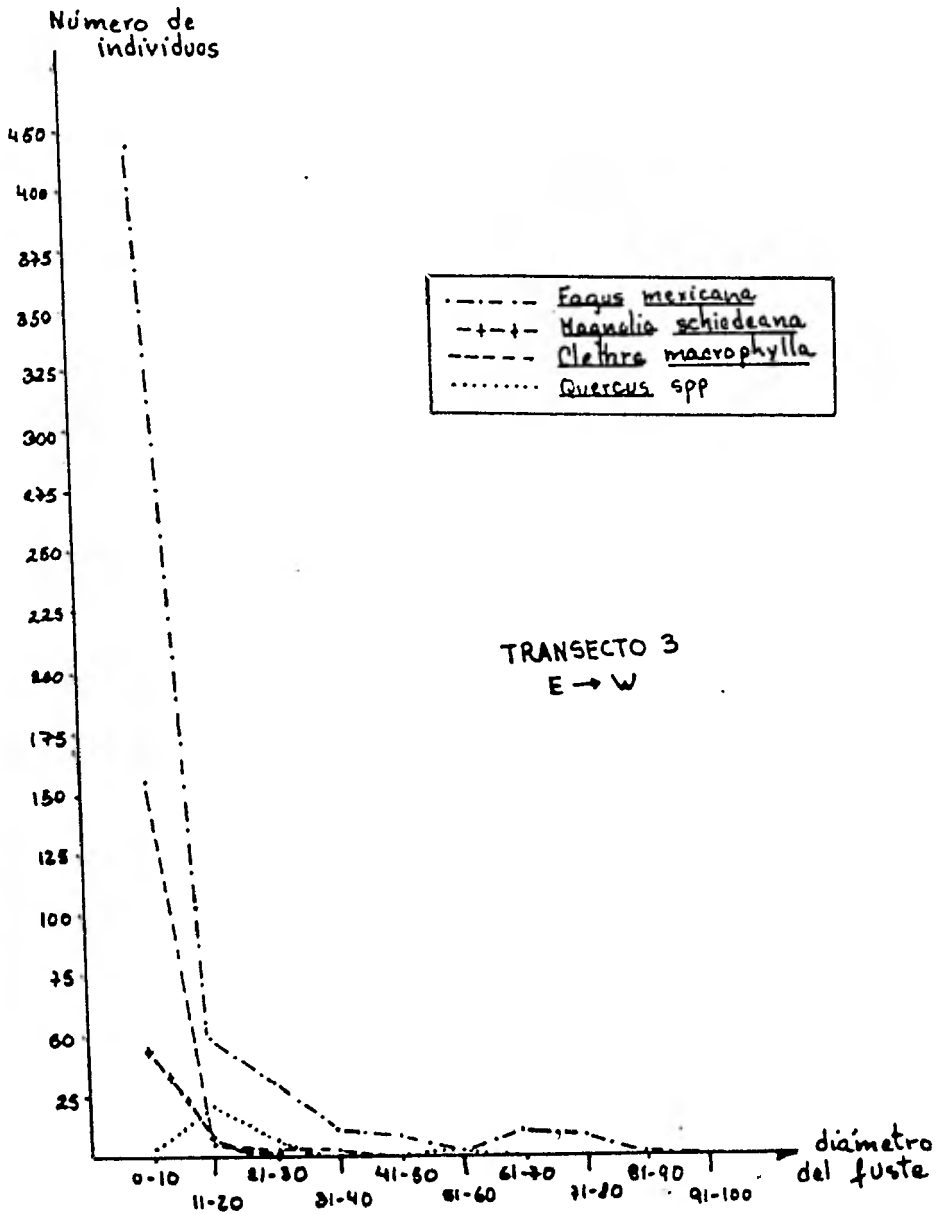
No se encontró relación entre la abundancia de renuevo con respecto a la cobertura del estrato arbóreo, a la exposición de la pendiente ni a la altitud.

#### CRECIMIENTO:

Con base a los datos de diámetro de fuste y altura del árbol se elaboró una gráfica para conocer la forma del desarrollo de F. mexicana (gráficas 11 y 12). A partir de ellas se ve que al alcanzar el haya un fuste con d.a.p. mayor a 10 cm, ya ha rebasado los 10 m de altura. Su altura máxima, 40 m, la alcanza teniendo un diámetro del tronco mayor a 90 cm, y llega a alcanzar un d.a.p. de 110 cm. En general, Fagus mexicana llega a medir 40 m de altura y los alcanza con un d.a.p. de 40 cm.

El patrón de crecimiento en Zacualtipán y en Teziutlán son muy

corpulentos en Zacualtipán.



Gráfica 8: Número de individuos por hectárea en diferentes transectos.

Número de individuos

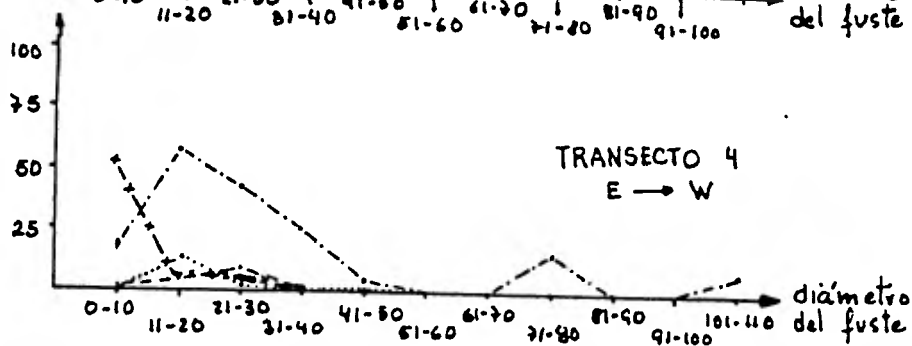
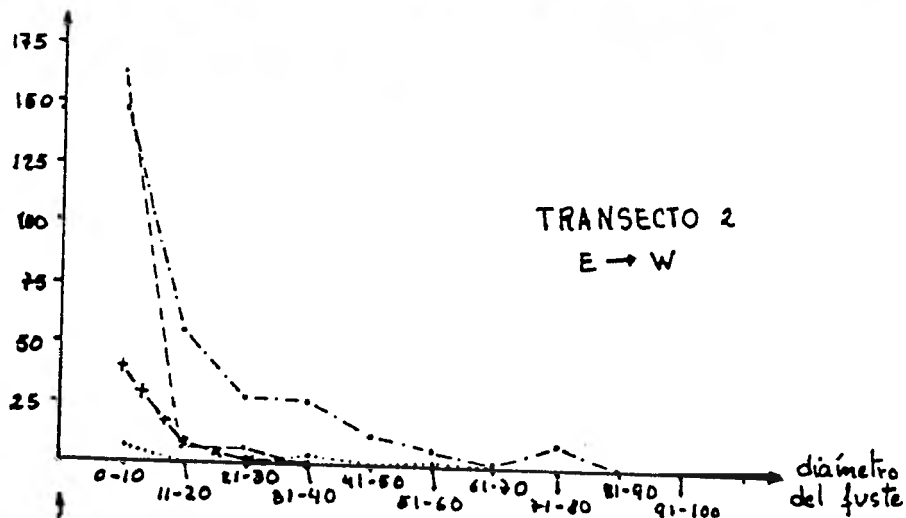
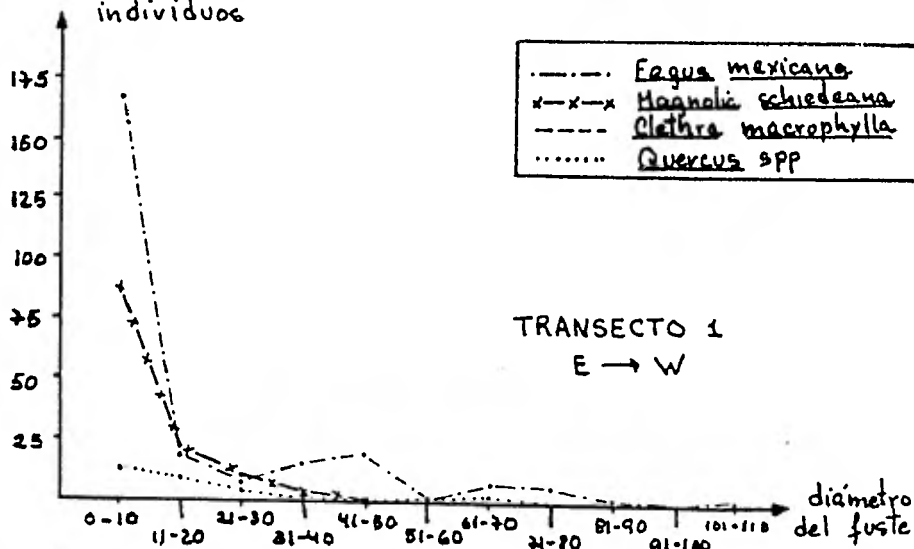
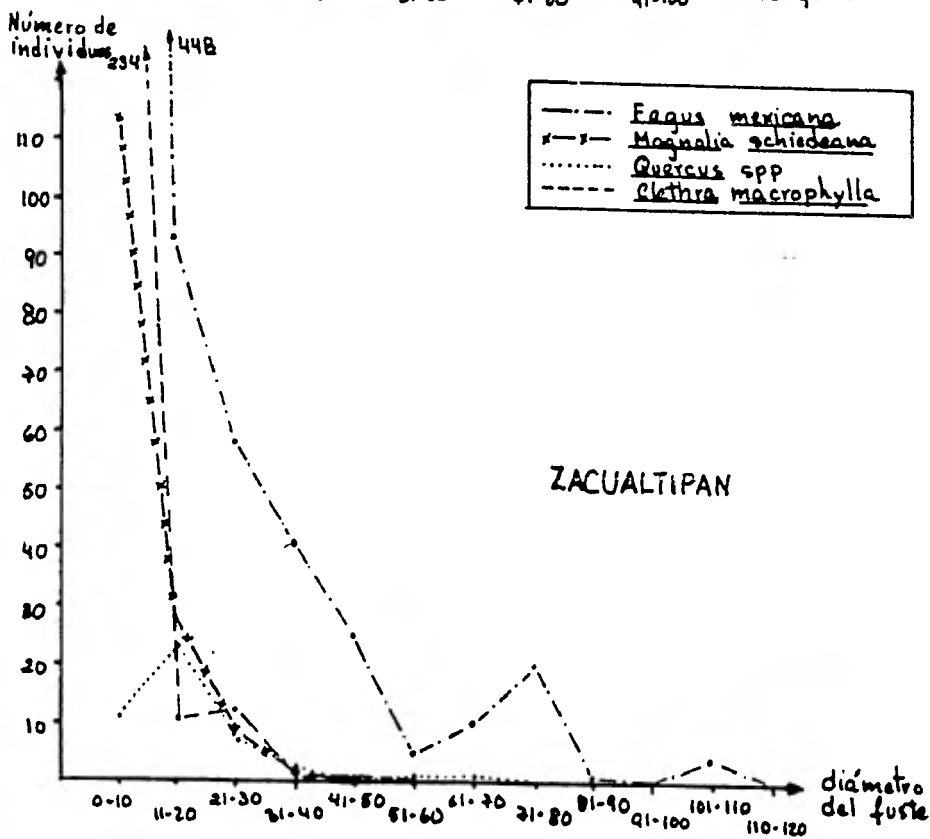
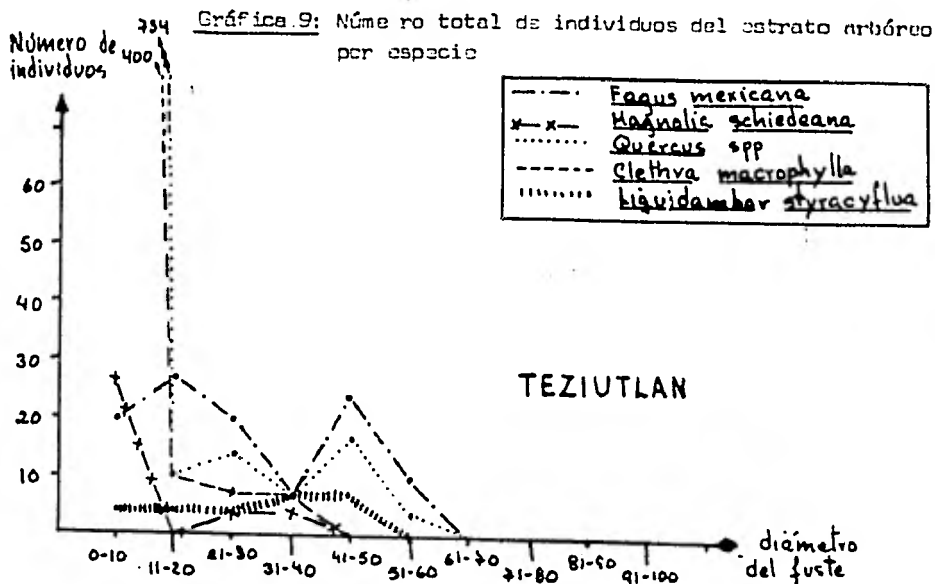
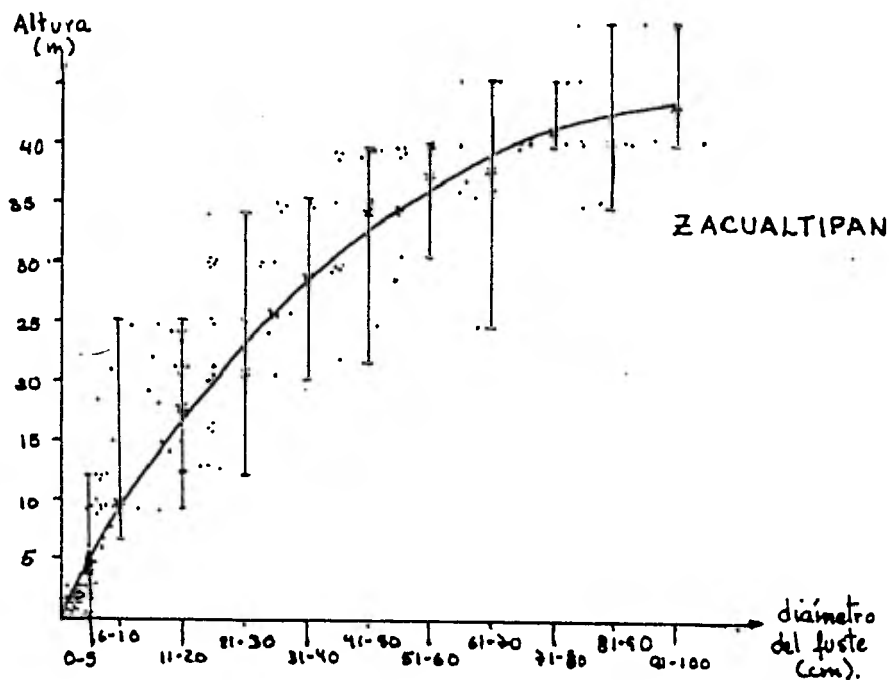


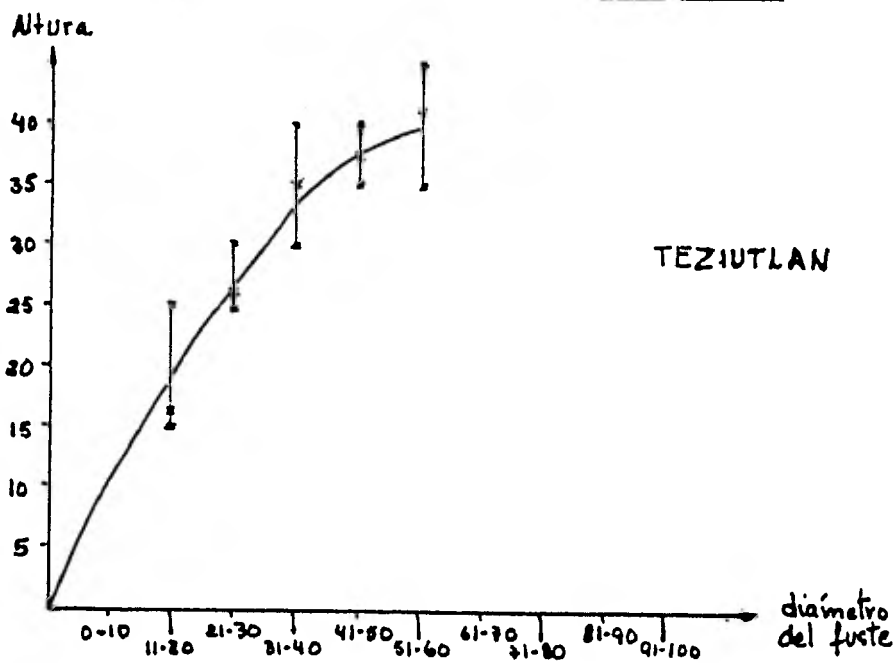
Gráfico 8: continuación.







Gráfica 11: Relación altura/DAP en Fagus mexicana



Gráfica 12: Relación altura/DAP en Fagus mexicana

## 7.- USOS ACTUALES Y POTENCIALES.

En México Fagus mexicana no es importante industrialmente debido al reducido número de árboles que existen y al agreste terreno de las pequeñas zonas en que habita.

En los Estados Unidos y en Europa, donde la haya forma extensas masas boscosas, los productos derivados de este árbol sostienen fuertes industrias de diversos tipos.

### 7.1. USOS DE LA MADERA:

La haya europea (F. sylvatica) está sujeta a planes de explotación perfectamente definidos (Lassá, 1944).

El nombre inglés (beech) proviene del anglo-sajón y significa "un libro" (a book). Se piensa que el origen de este nombre se debe a que las antiguas tablas para escritura germánica fueron hechas con láminas delgadas de madera de Fagus (Anónimo, 1963).

El color de la madera varía del rosado claro al pardo uniforme; es pesada, densa, elástica y difícilmente hendible. Si se pone alternativamente a la humedad y a la sequedad se altera. Sometida a un fuerte calor se endurece. Se emplea en construcciones de orden secundario a las que no importa asegurar una duración centenaria. Da excelentes resultados en las construcciones hidráulicas (Opisso y Viñas).

Entre las aplicaciones industriales de la madera de Fagus encon-  
tramos:

1.- Construcción de marinas, por su gran resistencia al agua, emplean-  
do madera preservada.

2.- Muebles de diferentes clases por lograrse excelentes láminas y fi-  
nos pulidos.

3.- Por su facilidad de curvarse se emplea en la fabricación de diver-  
sos muebles, poleas de transmisión, aros para tamices, asientos para si-  
llas, barriles, etc... .

4.- Por su resistencia se utiliza en carrocerías, en entarimado para  
vagones de ferrocarril, en lanchas, remos, etc... .

5.- Como durmientes reportan gran duración al utilizarse la madera  
preservada.

6.- Para el torno es un magnífico material, fabricándose mangos, ca-  
bos carretes, juegos de ajedrez, tacones, culatas, etc... . Cuando se em-  
plea en tornaría, la madera se hace hervir primero un tiempo, después de  
lo cual resulta más fácil de trabajar, más bella y duradera.

7.- El haya es importantísima en la producción de papel.

8.- En la destilación de donde se obtienen productos importantes.

De acuerdo con Lassé (1944) la madera de haya sufrió una deman-  
da:

10.- Porque las industrias que utilizaron esta madera como materia

prima ampliaron su capacidad productiva.

20.- Porque otras fábricas agotaron su materia prima y encontraron en la haya un sustituto como fue el caso en la Fábrica Nacional de Armas, donde la madera preferida, el nogal, se destinó a la producción de nuez por resultar más rentable.

30.- Por la creación de nuevas industrias, como carrotes para bonetería, tacones para zapatos, donde la principal fuente de madera, el fresno, tiene tan baja producción que les hizo recurrir a la madera de haya.

Sin embargo, el propio Ing. Lassé menciona que los usos industriales en México son pocos debido principalmente a que no se dispone de grandes bosques de haya.

Siguiendo un orden de importancia, la madera de Fagus mexicana se empleó:

10.- En la fabricación de armas. Para ello primero se labra el escalabornio, que viene representando la forma tosca del fusil mosquetón; después se afina y pule para dejar listo lo que se conoce como culata.

20.- En la fabricación de tacones para zapatos. Estos se obtienen troceando la madera y por medio de máquinas se les da la forma requerida.

30.- En el torno sólo se trabajó la carretería para usos de bonetería.

Martínez (1959) dice que la madera es de excelente calidad, usándose para la fabricación de muebles.

A nivel doméstico la madera se usa:

1o.- Como carbón de leña, donde se aprecia poca demanda por ser dicho producto de aspecto algo vidrioso, lo que hace que no tenga mucha aceptación entre las amas de casa.

2o.- Como leña, siendo utilizado exclusivamente como combustible, ardiendo con viveza y lentamente. Tiene bastante poder calorífico, demostrando con ello una buena aceptación para este uso.

#### PROPIEDADES FISICAS.-

La madera de Fagus mexicana es bastante pesada, compacta, se considera regularmente tenaz y algo elástica; cuando arde tiene bastante poder calorífico. Es muy resistente al agua, calculando una duración como máximo de 70 años y como mínimo 25 años, cuando se usa en construcción naval empleando madera preservada. Sin embargo, al aire y bajo techo es menos duradera, por lo que se dice que resiste poco las alternativas de sequía y de humedad; tiene una corta duración en atmósferas cálidas y húmedas. Es de fácil impregnación con sustancias antisépticas debido a sus numerosos vasos, aunque el pequeño calibre de estos obligue a calentar la madera para que no se obstruyan cuando se emplean sustancias viscosas (Lansó, 1944).

La madera de Fagus mexicana reportó los siguientes datos:

Flexión .....	91.3 kg/cm <sup>2</sup>
Tracción .....	33.0 "
Hendido .....	10.2 "
Compresión .....	613.0 "
Humedad .....	7.17 %
Densidad .....	0.765

PROPIEDADES MECANICAS.-

Es resistente a la tensión, compresión y al esfuerzo cortante, ya sea aislados o combinados entre sí, siendo también bastante resistente al desgaste por frotamiento. Es de fácil pulimento, por lo que se logran muy buenos brillos. Existe una gran diversidad de calidades de esta madera en las cuales no es fácil la rajadura.

Cuando se sumerge en agua tibia durante 24 hrs un girón de esta madera, se le puede dar la forma que se desee al sacarlo; se deja secar y se observa que a pesar de ésto no pierde la forma dada.

De acuerdo con la constitución del suelo y principalmente en algunos lugares correspondientes a las localidades más al sur donde se encuentra este árbol se produce una madera algo vidriosa que contiene cierto porcentaje de sílice, lo que hace que baje la calidad y por ende el valor, debido a que al someterla al trabajo de las herramientas de carpintería acaba con ellas, inclusive en los aserraderos, donde las sierras se gastan con mayor intensidad.

## CARACTERISTICAS ANATOMICAS DE LA MADERA.-

La madera de Fagus mexicana es de color café rosáceo, brillante, sin olor ni sabor apreciables, de grano irregular y textura media. Los vasos son numerosos, con perforaciones escalariformes simples y puntuaciones escalariformes opuestas. El diámetro tangencial de los poros mide en promedio 64.8 micras. Los vasos tienen en promedio una longitud de 668 micras, aproximadamente la mitad de la longitud promedio de las fibras, que es de 1357 micras. Los rayos poliseriados son visibles a simple vista en las tres superficies. No posee conductos resiníferos.

Por estas características la madera de F. mexicana es similar a la de F. sylvatica, F. sieboldi (Kribs, 1968), F. grandifolia y Nothofagus spp (Tortorelli, 1956), por lo que puede recomendarse para los mismos usos a que se destinan las maderas de estas especies.

### 7.2. PRODUCTOS DERIVADOS DE LA MADERA:

Entre los productos derivados de la madera de haya europea (F. sylvatica) están:

10.- Brea de haya (Hager, 1950): Es la brea obtenida por destilación de la madera. Es un líquido espeso, de color pardo negruzco, transparente en capa delgada, más denso que el agua. El olor es a creosota y empíreumático, el sabor, amargo, ardiente y desagradable. La brea se disuelve perfectamente en anilina, incompletamente en el cloroformo y en el éter, po-



co en la esencia de trementina. El agua agitada con la brea (1 gr + 20 cc) tiene el olor y el sabor de ésta y enrojece el papel tornasol. 10 cc de líquido filtrado tomarán un color rojo fugaz con una o dos gotas de solución muy diluida de cloruro férrico.

La brea de haya contiene la mayor parte de los principios de la brea de coníferas; es más rica que ésta en ésteres de fenoles diatómicos. Por su riqueza en fenoles la brea tiene acción antiséptica. Esta se utiliza en forma de píldoras y cápsulas de 0.2 a 1.0 gr, tres veces al día; en forma de agua de brea se utiliza contra las afecciones del aparato respiratorio. La nefritis se presenta como una acción secundaria.

Exteriormente la brea se emplea contra diversas afecciones cutáneas.

20.- Crocota (Anónimo, 1976): Es una mezcla de fenoles obtenidos de la madera de haya. Es antiséptico y expectorante. En veterinaria se utiliza como antiséptico, vermífugo, desodorante; ha sido empleado como expectorante, sedativo gástrico y antiséptico gastrointestinal. En el hombre, fuertes dosis pueden causar colapso cardiovascular y muerte.

La madera de Fagus mexicana pertenece al grupo de las que son propias para destilación (Lassé, 1944). A partir de ella se obtienen:

- a) Gases de madera
- b) Acido oiroleñoso
- c) Alquitrán de madera

c) Residuo de carbón.

La haya produce mayor cantidad de ácido piroclásico que otras maderas. Por destilación de este ácido se obtienen:

- a) Acetonas
- b) Alcohol metílico
- c) Agua
- d) Acido acético
- e) Alquitrán.

La corteza de Fagus sylvatica es purgante, aperitiva, emética y febrífuga (Lázaro e Ibisá).

### 7.3. USOS DE LA SEMILLA:

La palabra "Fagus" proviene del griego y significa "comer", en alusión a lo succulento de sus semillas. La palabra inglesa para el hayuco es "Beechnast" o "Buck". En Inglaterra Buckinham debe su nombre a los famosos bosques de haya que ahí se encuentran. Este fruto o hayuco provee una abundante reserva de alimento a los animales silvestres. En Inglaterra se emplea además como pienso para puercos. En Francia son utilizados para alimentar faisanes y para engorde de pollos domésticos (Anónimo, 1966)

Los frutos de F. sylvatica contienen un 57 % de almendras, correspondiendo sólo un 23 % a la cáscara (Hager, 1950). Los frutos sin cáscara contienen:

5 ½ de agua

14 ½ de compuestos nitrogenados

20 ½ de grasa bruta

15 ½ de materias extractivas no nitrogenadas

22 ½ de celulosa

3.5 ½ de cenizas.

Los frutos sirven para obtener aceite; son comestibles, pero en grandes cantidades producen irritación, convulsiones y congestión cerebral (Lázaro e Ibisá).

Por expresión de los frutos se obtiene de 12 a 17 ½ de aceite graso (Hager, 1950). Este aceite es comestible y puede conservarse largo tiempo sin enrancinarse (Ruiz, 1970). En ciertas partes de Francia este aceite se usa para cocinar y como sustituto de la mantequilla; también se emplea para iluminación (Anónimo, 1966).

Las propiedades del aceite de haya según Hager (1950) son:

Color amarillo claro, inodoro, de sabor suave.

Peso específico: 0.920 a 0.922

Punto de solidificación: 17.5°C

Indice de Hohner: 95

Indice de Yodo: 104

Indice de saponificación: 196

Consta principalmente de oleína.

Usos: como aceite para guisar y para quemar. Las tortas de expresión se usan como pienso. Según parece tienen acción tóxica sobre los caballos.

#### 7.4. ORNATO:

Otra aplicación que se le da a este árbol es la de ornato, aprovechando su gran tamaño, frondosidad y la característica de soportar la poda.

Coffin (1940) menciona que Fagus sylvatica es ideal para producir sombra formando manchas arboladas; también se emplea como marcos de paisajes, para márgenes informales de caminos, para formar setos y para plantaciones en bosques.

Esta especie crece en Nueva Zelanda en áreas boscosas como espacios aislados, pero no existen plantaciones a nivel forestal (Streets, 1962).

### 8.- DISCUSION GENERAL.

#### 8.1. ASPECTOS ECOLOGICOS:

Fagus mexicana se desarrolla en sitios con características micro ambientales específicas en una pequeña faja de la vertiente oriental de la Sierra Madre Oriental. Es una especie boreal que requiere de un clima húmedo y templado frío. Por la latitud en que se le encuentra (hasta los 19°50' lat. norte) dichas condiciones climáticas están restringidas al piso altitudinal por arriba del límite medio en que ocurren las heladas, que según Hill (1969) corresponde a los 1400 m s.n.m. . El género Fagus, aunque tiene un rango de distribución amplio en cuanto a sus requerimientos climáticos, no se le encuentra en forma natural en lugares con inviernos largos y crudos, ni en zonas con veranos muy secos (Dengler, 1972).

Gutschick menciona que Fagus es un árbol de sombra que requiere un período con intensidad de luz menor al del género Abies. Ern (1972) menciona que la respuesta a la distribución asimétrica de los pinos en la Sierra Madre Oriental debe buscarse en el ciclo de las nubes y de la radiación solar durante el período vegetativo. Fagus mexicana ocupa los mismos sitios que los bosques de pino y abeto, solo que en condiciones de mayor humedad (Anónimo, 1979a). Estos sitios corresponden a cañadas y lugares escarpados donde por una parte la pendiente pronunciada influye en la intensidad de luz que incide en la superficie, y por otra parte donde la humedad acumulada en estas cañadas atenúa la intensidad luminosa. Estos si-

tios están expuestos a los vientos dominantes (del norte) por lo que se mantienen en condiciones húmedas durante todo el año.

El bosque de F. mexicana se encuentra limitado en el piso altitudinal superior por bosques de Pinus patula. Este pino extrae de la niebla grandes cantidades de agua (Ern, 1973), lo que contribuye a la situación de humedad en la comunidad de haya, al recibirla por escurrimiento. En el piso altitudinal inferior al de Pinus patula, por lo que Fagus mexicana parece ser una comunidad intermedia en aquellos sitios donde existe una condición de humedad alta.

El clima parece ser el factor decisivo en la distribución del género Fagus. En los Estados Unidos se localiza a partir de los 30° latitud norte, mientras que en Europa se distribuye a partir de los 40° latitud norte, bajo condiciones climáticas semejantes a las de Fagus mexicana. Incluso en género Nothofagus que procede de un ancestro común con Fagus (Dengler, 1971) se le encuentra en Sudamérica formando extensos bosques a partir de los 38°30' latitud sur, donde el promedio de precipitación anual es de 1644 mm, siendo la precipitación media mensual en verano superior a los 250 mm, y donde la temperatura media mensual varía de 15°C a 4°C, con un promedio anual de 9,7°C (Hueck, 1978).

El suelo del bosque de Fagus mexicana es similar al del bosque de Pinus patula. (Vela, 1976) y comparte las características generales mencionadas por Rzedowski (1970) para las distintas comunidades que compo

nen el bosque mesófilo de montaña, tanto en sus características físicas, como químicas. Por ello el suelo no parece ser un factor decisivo en la distribución de la haya. Sin embargo Gutschick dice que la calidad del suelo tiene una gran influencia sobre el crecimiento en la haya, siendo el rendimiento óptimo en suelos alcalinos, aunque el crecimiento puede ser bueno en suelos ácidos si existen condiciones óptimas de temperatura y humedad. La haya requiere suelos muy húmedos pero bien drenados. Esta última condición se cumple en pendientes pronunciadas. En suelos bien acreados las raíces de Fagus penetran profundamente incluso en grietas en la roca madre, de tal forma que las capas profundas pueden fungir como reservas de humedad (Dongler, 1972). Las raíces de haya normalmente penetran hasta una profundidad media aún en el mejor suelo, pero están dispuestas en una serie de continuas ramificaciones en todas direcciones, mostrando alrededor del tronco una red de raíces finas que sobresalen del suelo y que ocupan también espacios intermedios en perímetros más alejados (Gutshick). Tanto en Teziutlán como en Zacualtipán es frecuente encontrar hayas caídas en forma natural. Los habitantes locales sostienen que estos árboles caídos llegan a permanecer vivos durante muchos años. Al caerse levantan parte del suelo en que estaban anclados, dejando al descubierto sus raíces. Estas alcanzaban en un árbol de 40 m de alto un diámetro de 4.30 m y con una profundidad a partir de la base del fuste de 1.30 m. En esta localidad el suelo es poco compacto, por lo que el sistema de anclaje de Fagus mexicana está en función del sistema de raíces horizontales y no de raíz-

ces profundas.

En Inglaterra, Neal (1975) encontró que la especie arbórea dominante estaba determinada principalmente por el tipo de suelo; en suelos arcillosos pesados el encino resultó ser más vigoroso que la haya, mientras que en suelos ligeros la haya desplaza al encino.

El suelo, junto con el efecto de sombra del estrato arbóreo determina las características de los estratos herbáceo y arbustivo.

En algunos bosques de *F. sylvatica* la flora en el sotobosque es casi nula, encontrándose el piso del bosque cubierto por una gruesa capa de hojas viejas. La escasez de vegetación herbácea se debe tanto a la falta de luz para la fotosíntesis así como a la sequedad del suelo debida a la cantidad de raicillas de haya cerca de la superficie, las que absorben la humedad (Neal, 1975). El caso para la especie *F. mexicana* tiene las mismas características.

*Fagus grandifolia* es uno de los principales árboles de los bosques clímax de los Estados Unidos (Anónimo, 1963). Cronquist (1974) menciona que la asociación *F. grandifolia*, *Acer saccharum* y *Isura canadensis* representa la asociación clímax más común en la región de Nueva Inglaterra, mientras que en los bosques deciduos del sur *F. grandifolia* y *A. saccharum* son las especies dominantes.

En México, el género *Fagus* se encuentra asociado principalmente con *Clusia* y *Magnolia*; esta última aparece también en los bosques de



la haya del sureste de Estados Unidos. Rzedowski (1978) menciona que tanto en Tamaulipas (Martin, 1958), Hidalgo (Miranda y Sharp, 1950) como en Puebla se encuentran entre las especies de los estratos inferiores además de Magnolia y Clethra, algunas de Quercus, Sambucus, Turpinia, Eugenia, Weinmannia y Leucothoe no se observaron en Zacualtipán ni en Teziutlán.

La comunidad de Fagus, Magnolia y Clethra parece representar un tipo de asociación clímax. En el bosque de haya de Zacualtipán existe una buena regeneración de estas tres especies (gráfica 10). Para el caso de Fagus mexicana el renuevo no se encuentra distribuido homogéneamente sino localizado en pequeños grupos. La semilla de esta especie, aunque no tiene una gran capacidad de dispersión, parece no germinar afuera de los límites del bosque de haya. No se observaron plántulas de Fagus en los alrededores del bosque, lo que denota una limitante ecológica para la dispersión de esta especie. Una posible causa puede ser la deficiencia de iluminación. Dentro del bosque de haya los sitios con abundante renuevo estaban localizados en partes donde la cobertura del estrato arbóreo dejaba claros, en aquellos lugares donde existía un árbol caído, en la tierra que dejaba al descubierto su raíz y a la vez desprovista de la capa de hojas. Fagus no tiene la capacidad de emitir brotes de raíz (Dengler, 1972). Esto no puede ser un mecanismo de regeneración del bosque de Fagus. Neal (1975) menciona que el estrato arbustivo en el bosque de haya sólo se desarrolla donde los árboles están espaciados, ya que debido a la forma de las hojas de Fagus y al mosaico que forman sólo logra penetrar una pequeña porción

de luz.

La ausencia de renuevo en las inmediaciones del bosque de Fagus puede deberse a problemas en el desarrollo de las plántulas en el bosque de Liquidambar debido a la luminosidad, entre otros factores, ya que el bosque de Liquidambar en Zacualtipán presenta, bajo el estrato arbóreo, un abundante sotobosque.

## 8.2. CAUSAS DE LA DISTRIBUCION DE Fagus mexicana:

La situación actual de la vegetación se encuentra en equilibrio con las condiciones del clima; sin embargo, este equilibrio es bastante inestable ya que es de suponer que en épocas anteriores han habido fluctuaciones en el clima (Lauer, 1973). Así, la historia de la vegetación está determinada primeramente por la historia del clima, en tanto que recientemente el hombre ha influido en sus características (Ohngemach y Straka, 1973).

Como se menciona en el capítulo correspondiente a distribución el género Fagus data del período Cretácico, hace unos 135 millones de años. Durante este período las áreas donde habita actualmente F. mexicana se encontraban sumergidas, pero ya desde el Cenozoico emergen, hace 63 millones de años y permanecen así hasta nuestros días. A principios de esta era, en el Paleoceno, se produjeron cambios notables en el clima terrestre. Durante el Eoceno y Oligoceno los bosques de clima húmedo, dominados

por pinos gigantes y árboles caducifolios tales como hayas, castaños y olmos, se extendieron a altas altitudes, principalmente en Alaska, Groenlandia y norte de Siberia. En el Oligoceno, hace 36 millones de años, hubo una emigración hacia el sur, lenta pero general, de varios conjuntos de plantas lo que indica un enfriamiento gradual de los climas. Este descenso de la temperatura estuvo más marcado en el Plioceno y culminó con la glaciación del Pleistoceno (Dumbar, 1976; Viorst, 1973). Con base a estudios geológicos y morfológicos se ha demostrado que durante el Pleistoceno también en México el límite de las nieves perennes se encontró en lugares considerablemente más bajos, de donde se concluye que en esa época el clima era más frío y probablemente más húmedo (Lauer, 1973).

En el pasado, el género Fagus poseían en Norteamérica una distribución más amplia que la actual (Berry, 1923). En México se ha encontrado polen fósil de Fagus correspondiente al Holoceno. González Quintero y Fuentes Mata (1930) reportan granos de polen encontrados en el Valle de México, entre 3 y 4 m de profundidad en un núcleo procedente de la Cruz del Lago, en sedimentos del Lago de Texcoco. En el Valle de Puebla-Tlaxcala se ha encontrado polen de haya en diferentes lugares y a profundidad variable, que corresponde a diferentes edades (Ohngenach y Straka, 1978).

sitio de sondeo	localización	altitud	Edad que abarca el sondeo	% de polen de <u>Fagus</u> registrado	Profundidad a la que se encontró <u>Fagus</u>
Jalapasquillo	6 km al SW de Zacatepec	2400 m	de 10 000 a 35 000 A.C.	hasta 2	desde 3.65 m hasta 19.0 m
Oriental IV	1 km al SW de El Carmen	2350 m	de 10 000 a 20 000 A.C.	hasta 4	desde 2.40 m hasta 8.0 m
Tlaloqua I	5 km al W de la cima de la	3100 m	de 10 000 a 7 970 ± 70 A.C.	0.2	desde 1.85 m hasta 2.85 m
Tlaloqua II	de la Malinche			1.0	desde 1.76 m hasta 3.0 m
Aquitlapulco	5 km al E de Tlaxcala	2200 m	Ultimos 600 años	0.0	No se encontró

El punto más al sur donde se ha encontrado la haya, Teziutlán, está situado 70 km al norte de Jalapasquillo, donde Fagus llama la atención por su regularidad y por sus valores hasta 2% que en relación son

bastante altos. El polen de Fagus no ha sido encontrado hasta ahora en muestras de la superficie en los alrededores de Jalapasquillo. El polen, en las inmediaciones del bosque de haya en Teziutlán apareció con valores entre 0.1 % y 0.3 %, por lo que es casi seguro que este género haya existido en las inmediaciones de los sitios en que se encuentra polen fósil (Ohngemach, 1973; Ohngemach y Straka, 1978). Los depósitos hace 30 000 a 35 000 años muestran que el bosque en el Valle de Puebla estaba constituido por Pinus (50-70 %) y Quercus (25-33 %), desempeñando un papel de poca importancia Abies, Picea, Juniperus o Cupressus, Alnus, Carpinus u Ostrya, Carya, Juglans, Ulmus, Fraxinus, Liquidambar y Fagus (Ohngemach, 1973). En el valle de México Fagus se reporta acompañado por Pinus, Juglans, Fraxinus, Podocarpus, Acer, Liquidambar, Betula y Ostrya o Carpinus.

Ern (1972) dice que el bosque de follaje en México está emparejado íntimamente con los bosques de follaje del oriente de Norteamérica, de Europa y de Asia Oriental a consecuencia de las glaciaciones. Klaus (1973) menciona que cuando prevalecen las temperaturas más bajas en la Tierra, no se observan avances glaciares en México. En el volcán de La Malinche Klaus encontró 5 avances de glaciares:

Decrecimiento en  
la temperatura

M <sub>1</sub>	- - - -	37 000 - 24 000 A.C.	- - - - -	-7.0 ° C
M <sub>2</sub>	- - - -	Antes de 10 100 A.C.	- - - - -	-5.5 ° C
M <sub>3</sub>	- - - -	7 000 - 9 000 A.C.	- - - - -	-4.0 ° C

Decrecimiento en  
la temperatura

M <sub>4</sub>	-----	100 A.C.	-----	3.0°C
M <sub>5</sub>	-----	1 800 D.C.	-----	1.75°C

Las morrenas M<sub>2</sub> y M<sub>3</sub> coinciden con una elevación general de la temperatura en el planeta.

Estos cambios climáticos en los períodos glaciares influyeron en la composición florística de los diversos sitios. Una disminución de 7°C hizo descender el límite de las nieves perennes 1400 m. Una disminución de temperatura va acompañado de un aumento en la humedad (Heine, 1973).

Así, al parecer, la distribución de Fagus era más amplia en México, cuando el clima era más húmedo y frío; durante los períodos interglaciares es probable que la haya se restringiera en cañadas húmedas, volviendo a expandirse en situaciones de clima favorable para su desarrollo.

La edad más reciente en la que se registra polen de Fagus en el Valle de Puebla data de hace aproximadamente 7000 a 9000 años.

Aunque hallazgos en los Estados Unidos demuestran que el hombre aparece por primera vez en América hace 26000 años (Guenther y Bunde, 1973), los primeros asentamientos humanos en el valle de Puebla son mucho más recientes. La existencia de la agricultura data por lo menos de hace

7000 años (Rzedowski, 1978). Para esta fecha aparentemente la haya ya había desaparecido de las cuencas de México y Puebla. Los asentamientos humanos en el valle de Puebla-Flaxcala son anteriores al año 1200 A.C., donde la gente conocía la agricultura, pero completaba su dieta con la recolección y la caza. Pero no es sino hasta el período comprendido entre 300 y 100 A.C. cuando la agricultura es la base de su economía (García Cook, 1973). A la llegada de los españoles la región suroriental del estado de Puebla estaba habitada por grupos huastecos, otomíes, tepahuas y totónacas (Anónimo, 1979a). Durante la conquista y la colonia los indígenas, expulsados de sus tierras, se refugiaron en las partes altas de la sierra, donde al establecerse favorecieron la erosión y agotamiento de terrenos cerriles al eliminar vastas superficies de bosques para establecer sus cultivos. A principios de este siglo la construcción de vías férreas y la electrificación intensificaron los desmontes en algunas zonas. Sin embargo, la madera empleada con diversos fines, tanto en la época prehispánica como en la actualidad, no parece proceder de Fagus. En los estudios de maderas utilizadas por asentamientos humanos precolombinos no se ha encontrado que fuera utilizada el haya (F. Sánchez, com. pers.).

El panorama general muestra que la distribución actual de F. mexicana responde a condiciones climáticas donde no ha habido intervención humana.

### 8.3. Fagus mexicana COMO UNA ESPECIE AMENAZADA:

Un panorama general nos muestra que durante el Holoceno Fagus mexicana poseía una distribución más amplia que la actual, propiciada por las glaciaciones. Las escasas existencias de esta especie la colocan como un relictus de las épocas de hielo, restringida a lugares protegidos de la fuerte insolación y donde las condiciones de humedad y temperatura le son favorables. Su distribución en el presente responde a cambios climáticos en los últimos tiempos.

Sin embargo, las áreas ocupadas por el bosque mesófila de montaña, a pesar de lo abrupto del terreno, han estado densamente habitadas y sometidas a una extensa explotación desde hace siglos (Rzedowski, 1978). En el censo de 1970 (Anónimo, 1979a) la tenencia de la tierra en la región norte de Puebla muestra los siguientes datos estadísticos:

Predios menores de 5 Ha .....	50.13 %
Predios mayores de 5 Ha .....	11.12 %
Ejidos y comunidades .....	38.75 %

Los predios menores de 5 Ha, que ocupan más de la mitad de la superficie, representan el 95 % de los productores de la región. Se observa a partir de estos datos la fuerte presión humana sobre los ecosistemas naturales. Rzedowski (1978) menciona que en extensas superficies la vegetación original ha sido eliminada, practicándose en muchas partes una agricultura seminómada, lo que provoca la presencia de comunidades secundarias



en diferentes grados de avance.

El proceso de destrucción de los bosques en estas regiones llegó a ser tan acelerado, que hace 40 años se decretó una veda forestal (Anónimo, 1979a).

Fagus mexicana fue una de las especies sujetas a explotación abasteciendo fábricas de tacones en Puebla (Lassé, 1944). Esta veda, que duró hasta 1975, si bien limitó la extracción de madera a nivel comercial, no impidió los desmontes y quemas, que en el bosque mesófilo de montaña significan un gran desperdicio de maderas de buena calidad, entre las que están Quercus, Juglans, Dalbergia, Podocarpus y Liquidambar (Rzedowski, 1978). En el bosque los desmontes para cultivos de maíz, frijol y frutales pueden decirse que están limitando el bosque. M. Hernández (com. pers.) colectó un ejemplar de F. mexicana entre Teziutlán y Atempán, a la orilla de la carretera, pero durante los recorridos por esa zona sólo se encontraron bosquetes de Alnus. En la Sierra de Misantla se colectó Fagus, pero a pesar de haber continuado diversos trabajos, no se ha vuelto a detectar esta especie en la región (Rzedowski, com. pers.). Tenemos con ello un panorama donde el hombre está amenazando las existencias actuales de esta especie.

A la fecha no existen aspectos de protección ni reglamentación para F. mexicana. Por la utilidad que representa potencialmente esta especie y por el peligro de desaparecer en un futuro como resultado de una

creciente intervención humana en los ecosistemas naturales del bosque de nubes, es necesario establecer medidas tendientes a su conservación y propagación.

Para conservar y propagar toda especie en vías de extinción es básico conocer tres aspectos:

- 1.- Historia geológica y reciente del género y la especie.
- 2.- Condiciones para el desarrollo óptimo de la especie.
- 3.- Mecanismos de dispersión de la especie.

Cuando las presiones sobre las poblaciones naturales proceden de cambio en el medio ambiente, resulta difícil pensar que éste último volverá a sus condiciones originales al introducir poblaciones cultivadas, pero la especie puede ser reintroducida usando plantas cultivadas si algún sobreuso ha aminorado o abatido la población (Usher, 1973).

Aunque la distribución de Fagus mexicana está restringida por condiciones ambientales, parece ser de fácil cultivo (Lassé, 1944). La haya es un árbol sensible a heladas tardías. Requiere una estancia corta en el vivero y puede adaptarse más rápido a otras condiciones ambientales cuando tiene las hojas recién brotadas. Fagus prefiere aire húmedo y un suelo fresco, pero puede prosperar en suelos secos si regularmente se inundan (Gutshick). Estos árboles deben trasplantarse en los viveros cada segundo o tercer año (Coffin, 1940).

Llenando estos requisitos, F. mexicana puede ser plantada en sitios ocupados por el bosque mesófilo de montaña, que crece en condiciones climáticas de alta humedad.

En aquellos lugares donde existe el peligro de pudrición de la médula del fuste, la plantación no debe dejarse hasta hacerse muy vieja (Gutschick) como es el caso que se presenta en algunos árboles de haya en Zacualtipán.

Martínez (1939a) y Ern (1976) destacan la necesidad de reglamentar la utilización, conservación y propagación de Fagus mexicana; sin embargo, uno de los problemas que se afrontarían sería la obtención de semilla viable, ya que el tiempo entre un año semillero y otro es muy largo, no pudiendo programarse con anticipación.

Debido a las escasas existencias de haya es imperativo desarrollar una estrategia que permita en primera instancia asegurar una zona productora de semillas que funcione como banco de genes de esta especie.

#### 8.4. IMPORTANCIA ECOLOGICA DEL BOSQUE Fagus mexicana:

Según Gutschick la haya aminora los contrastes de temperatura durante el período vegetativo y dirige el viento en el sentido de las copas de los árboles. Los individuos se distribuyen desde muy jóvenes en forma escalonada en las pendientes, manteniéndose así hasta edades avanzadas. La ausencia de follaje después del invierno permite un temprano ca-

lentamiento del suelo. Las comunidades de Fagus mexicana son tan reducidas que su influencia sobre el clima local tiene poco alcance.

Fagus desempeña una importante función en el aporte de materia orgánica al suelo debido a la gran cantidad de hojarasca que produce, la cual, luego de transformarse en humus, se incorpora al suelo.

En las localidades donde habitan F. mexicana, en pendientes muy inclinadas, las raíces de este árbol protegen al suelo contra la erosión.

Otro aspecto importante del bosque de haya es la protección y sustento que le brinda a la fauna silvestre.

Por ello son recomendables plantaciones de esta especie en sitios donde las fuertes pendientes y la alta precipitación pluvial son un peligro para la conservación de los suelos.

9.- CONCLUSIONES.

- 1: La especie Fagus mexicana es conocida con los nombres de HAYA (Zacualtipán), TEPEILITE (Teziutlán), HAYA MEXICANA y TOTOCAL.
- 2: Fagus mexicana habita en la vertiente del golfo de la Sierra Madre Oriental entre los 1400 y 2000 m de altitud. Las localidades donde se ha reportado esta especie son: Zacualtipán, Agua Blanca, Coatempa, Tenango de Doria (Hidalgo); Gómez Farías (Tamaulipas); Sierra Misantla (Veracruz); y Teziutlán (Puebla).
- 3: La haya se desarrolla en sitios con pendientes pronunciadas que llegan a ser mayores del 100 %, expuestas a los vientos dominantes en regiones donde son frecuentes las neblinas.
- 4: Los suelos son ácidos, variando el pH entre 4.10 y 5.0, ricos en materia orgánica y con una alta capacidad de intercambio catiónico. F. mexicana crece en suelos francos y franco-arenosos, requiriendo de una alta humedad, aunque con buenas condiciones de drenaje.
- 5: En las regiones donde se desarrolla esta especie la precipitación media anual oscila entre los 1400 y 2000 mm.
- 6: Este árbol no soporta una fuerte insolación, condición que prevalece en su habitat por el efecto que producen las frecuentes neblinas.
- 7: El bosque de haya está compuesto por Fagus mexicana como especie dominante, y como codominantes se encuentran Magnolia achiedoana, Clethra

macrophylla y Quercus spp. El sotobosque es muy escaso, apareciendo en el estrato arbustivo principalmente Eugenia capuli, Cocotea klotschiana y Cestrum benthami, y en el estrato herbáceo Miconia, Elaphoglossum y Deppea. Las epífitas son abundantes debido a las condiciones húmedas, existiendo bromeliáceas, líquenes y musgos principalmente.

- 8: La hojarasca cubre en general entre el 80 y 90 % de la superficie del bosque de haya, formada esencialmente por hojas de Fagus, las que aporta tan fuertes cantidades de materia orgánica al suelo.
- 9: Las raíces del haya son superficiales por lo que conservan el suelo en sitios con fuertes pendientes.
- 10: La haya alcanza los 40 m de altura, con diámetro del fuste que llegan a ser mayores a los 120 cm.
- 11: Su madera es de excelente calidad, recomendándose para la fabricación de muebles, para el torno y para construcciones marinas.
- 12: Produce abundante semilla en ciclos mayores a los tres años, comestible tanto para el hombre como para la fauna silvestre y animales domésticos. Es rica en aceites, empleándose en Zacualtipán para cocinar.
- 13: El género Fagus data del Cretácico, Durante el Holoceno tuvo una distribución en México más amplia que la actual, pero debido a cambios climáticos asociados a las glaciaciones, Fagus mexicana está restringida en nuestros días a pequeñas localidades.

14: Aparentemente la influencia humana sobre esta especie data de este siglo. Por los desmontes con fines agrícolas y para zonas de agostadero en las regiones de la Sierra Madre Oriental donde se localiza este árbol, las escasas existencias de Fagus mexicana se encuentran amenazadas.

15: Es necesario, por la utilidad que puede representar Fagus mexicana, proteger la especie estableciendo un área semillera que proporcione el banco de genes necesarios para su permanencia en un presente y propagación artificial en el futuro.

10.- RECOMENDACIONES.

1.- La importancia potencial que representa Fagus mexicana requiere de una estrategia encaminada a preservar y propagar esta especie amenazada.

A este respecto se sugiere:

- a) Salvaguardar una localidad habitada por bosque de haya para asegurar la obtención de semillas de esta especie.
- b) Propagar las semillas de F. mexicana en viveros y posteriormente en plantaciones para obtener en un futuro los productos de este árbol.

2.- Es necesario a la vez realizar estudios que determinen la capacidad productiva del bosque de Fagus mexicana, tanto de madera, como de productos derivados de ella, de la corteza y las semillas. Debido a las escasas existencias de esta especie se sugiere cuantificar las existencias totales de haya en el país.

3.- Para obtener un óptimo aprovechamiento de esta especie se sugiere:

- a) Efectuar un estudio de pruebas físicas y mecánicas de la madera de F. mexicana.
- b) Hacer un análisis químico de las semillas para determinar sus posibles usos en farmacología o como productoras de grasas.

4.- Llevar a cabo estudios sobre posibilidades de adaptación de esta especie en condiciones climáticas diferentes a las de su habitat natural,



con el propósito de establecer plantaciones o cultivarlo como árbol de ornato.



Vista del bosque de Faqus mexicana.



F. mexicana se desarrolla en sitios con pendiente.



Aspecto general del bosque  
de Equisetum mexicanum.



Perfil de suelo en  
bosque de haya



Contrafuertes de haya; se  
observa la red de raíces superfi-  
ciales y escasez de sotobosque.



Pudrición de la medula de Fagus mexicana.

11.- BIBLIOGRAFIA.

- 1.- ANONIMO. 1963. Encyclopaedia Britannica Inc. William Benton, Publisher. USA.
- 2.- ANONIMO. 1976a. The Merck Index. Merck & co. Inc. 9a. ed. U.S.A.
- 3.- ANONIMO. 1976b. SILVICULTURA 76. Anuario Estadístico Forestal 1976. SAG; SFF. México.
- 4.- ANONIMO. 1977. Anuario de la Producción Forestal de México 1976. SARH; SFF. México.
- 5.- ANONIMO. 1979. Panorama actual de la Delegación Regional Forestal y de la Fauna de Tlatlauqui, Puebla. Plan Forestal Puebla. Inédito.
- 6.- BEARD, J.S. 1946. Los climas de vegetación en la América Tropical. Rev. Fac. Nac Agron. Medellín, 6: 225-293.
- 7.- COFFIN, H.C. 1940. Trees and shrubs for landscape effects. Charles Scribner's Sons. New York.
- 8.- CRONQUIST, A. 1974. Introducción a la botánica, C.E.C.S.A, México.
- 9.- DENGLER, A. 1971. Waldbau auf ökologischer Grundlage. Verlag Paul Parey. 4a. ed. Hamburg. 108-111.
- 10.- DENGLER, A. 1972. Waldbau auf ökologischer Grundlage. Verlag Paul Parey. Hamburg. 32-36.
- 11.- DUMBAR, C.O. 1976. Geología Histórica. C.E.C.S.A. México.
- 12.- ERN, H. 1973. Repartición, ecología e importancia económica de los bosques de coníferas en los estados mexicanos de Puebla y Tlaxcala. Comu

- nicaciones 7. México. 21-23.
- 13.- ERN, H. 1972. Estudio de la vegetación en la parte oriental del México Central. Comunicaciones 6. México. 1-6.
- 14.- ERN, H. 1976. Descripción de la vegetación montañosa en los estados mexicanos de Puebla y Tlaxcala. Mueller - SAI. Chile. 34-36.
- 15.- FLORES; M.G., J. Jiménez, X. Madrigal, F. Moncayo y F. Tataki. 1971. Memoria del mapa de tipos de vegetación de la República Mexicana. SRH. México.
- 16.- FOX, W.B. y A.J. Sharp. 1954. La distribución de Fagus en México. Bol. Soc. Bot. Mex. 17: 31-33.
- 17.- GARCIA, E. 1976. Apuntes de climatología. Depto. de Div. SFF. México.
- 18.- GARCIA, E. 1964. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. México.
- 19.- GARCIA COOK, A. 1973. El desarrollo prehispánico en el norte del área, intento de una secuencia cultural. Comunicaciones 7: 67-71.
- 20.- GONZALEZ QUINTERO, L. y M. Fuentes Mata. 1980. El Holoceno en la porción central de la cuenca del Valle de México. Memorias del III Coloquio sobre Paleobotánica y sobre Palinología. Colección científica No. 86. Prehistoria. I.N.A.H. México. 113-132.
- 21.- GUENTHER, E.W. y H. BUNDE. 1973. Investigaciones geológicas y paleontológicas en México durante los años 1966 a 1969. Comunicaciones 7. México. 19-20.
- 22.- GUTSCHICK, V. Der Forbetriebsdienst. BLV Verlagsgesellschaft. München.

119- 120;

- 23.- HAGER, 1950. Tratado de farmacia práctica. Labor. España. 3a. ed.
- 24.- HEINE, K. y H. Heide. 1972. Estratigrafía del Pleistoceno reciente y del Holoceno en el volcán de La Malinche y región circunvecina. Comunicaciones 5: 3-8. México.
- 25.- HEINE, K. 1973. Variaciones más importantes del clima durante los últimos 40 000 años en México. Comunicaciones 7: 51-58. México.
- 26.- HILL, J.B. 1969. Temperature variabilities and synoptic cold fronts in the winter climate of Mexico. Climatological research series No. 4. U.C. Gill Univ. Dept. of Geography. Montreal.
- 27.- HUECK, K. 1978. Los bosques de Sudamérica. Ecología, composición e importancia económica. Sociedad Alemana de Cooperación Técnica, Ltda. Alemania.
- 28.- Klaus, D. 1973. Las fluctuaciones del clima en el valle de Puebla-Tlaxcala. Comunicaciones 7: 59-62. México.
- 29.- KLINK, H.J. 1973. La división de la vegetación natural en la región Puebla-Tlaxcala. Comunicaciones 7: México.
- 30.- KNAPP, R. 1955. Die Vegetation von Nord und Mittelamerika und der Hawaii-Inseln. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart.
- 31.- KOEPPEN, W. 1948. Climatología. F.C.E. México.
- 32.- KRIGG, D.A. 1968. Commercial foraging woods on the american market. Dover Publications Inc. New York.
- 33.- LAUER, W. 1959. Klimatische und pflanzengeographische Grönzuge

- Zentralamerikas. En: Erkunde. Tomo XIII, 1969.
- 34.- LAUER, W. 1968. Problemas de la división fitogeográfica en América Central. En: Geoeología de las regiones montañosas de las Américas tropicales. F. Dummlers Verlag. Bonn.
- 35.- LAUER, W. 1973. Problemas climatoecológicos de la vegetación de la región montañosa oriental mexicana. Comunicaciones 7: 37-44. México.
- 36.- de LASSE, R.W. 1944. El Haya: tesis E.N.A. México.
- 37.- LAZARO e IBIÑA, B. Plantas medicinales. Manuales Soler XLI. Sucesores de Manuel Soler Editores, Barcelona.
- 38.- LEONARD, R.I. 1975. Common trees, shrubs and woody vines of Rancho del Cielo, Mexico. Pan Am. Univ. Graduate Students. Biology 5314. U.S.A.
- 39.- MARTINEZ, M. 1939a. Una nueva especie de haya descubierta en México. Mex. For. 17 (7/12): 56. También en: An. Inst. Biol. Mex. 11: 85-89. 1940. Vol. Dif. Gral. For. Caza Mex. 1 (4): 9-11. 1940.
- 40.- MARTINEZ, M. 1959. Plantas útiles de la flora mexicana. Ed. Botas. México.
- 41.- MIRANDA, F. 1947. Estudio sobre la vegetación de México. V. Rasgos de la vegetación de la cuenca del Río Balsas. Rev. Soc. Mex. Hist. Nat. 2: 93-114.
- 42.- MIRANDA, F. 1952. La vegetación de Chiapas. Ediciones del gobierno del estado, Tuxtla Gutiérrez.

- 43.- MIRANDA, F. y E. Hernández X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Bol. Soc. Bot. Mex. 28: 29-179.
- 44.- MITCHELL, A. Die Wald- und Parkbäume Europas. Verlag Paul Parey. Hamburg. 226-231.
- 45.- NEAL, E. 1975. Woodland Ecology. Harvard University, Press. U.S.A.
- 46.- OHNGEMACH, D. 1973. Análisis polínico de los sedimentos del Pleistoceno reciente y del Holoceno en la región Puebla-Tlaxcala. Comunicaciones 7: 47-49.
- 47.- OHNGEMACH, D. y H. Straka. 1978. La Historia de la vegetación en la región Puebla-Tlaxcala durante el Cuaternario Tardío. Comunicaciones 15: 189-204.
- 48.- OPISSO y Viñas, D. Plantas Industriales. Manuales Gallach LXIII. Calpe. Barcelona.
- 49.- PENNINGTON y Sarukhan. 1968. Manual para la identificación de los principales árboles tropicales de México.
- 50.- POLLINI. 1969. Conservation significance of botanical gardens. Biological Conservation. 1: 104-106.
- 51.- PUIG, H. 1974. Phytogeographie et écologie de La Huastaca (NE du Mexique). Tesis. Univ. Paul Sabatier. Francia.
- 52.- RUDOLF, P.D. and W.B. Leak. 1974. Seeds of woody plants in the United States. En: Agricultural handbook. No. 450. Forest Service, U.S. Department of Agriculture, Washington D.C.
- 53.- RZEDOWSKI, J. y R. McVaugh. 1966. La vegetación de Nueva Galicia.



- Contr. Univ. Mich. Herb. 9: 1-123.
- 54.- RZEDOWSKI, J. 1978. Vegetación de México. Limusa. México.
- 55.- SHARP, A.J. 1946. Informe preliminar sobre algunos estudios fitogeográficos efectuados en México y Guatemala. Rev. Soc. Mex. Hist. Nat. 7: 35-39.
- 56.- STREETS, R.J. Exotic Forest trees in the British Commonwealth. Clarendon Press. Oxford.
- 57.- TORTORELLI, L.A. 1956. Maderas y bosques argentinos. A.C.M.E. Buenos Aires.
- 58.- USHER, H.B. 1973. Biological Management and Conservation. Capmann and Hall. London.
- 59.- VIORST, J. 1973. La evolución de la Tierra. Bruguera. España.