

00361
26
24e.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

"REVISION SOBRE EL CONOCIMIENTO DENDROLOGICO,
SILVICOLA Y UN CENSO DE LAS POBLACIONES
ACTUALES DEL GENERO Fagus EN MEXICO "

T E S I S

Que para Obtener el Grado Académico de
Maestria en Ciencias (BIOLOGIA)

P R E S E N T A :

Patricia Margarita Pérez Rodríguez

DIRECTORA DE TESIS:

M. en C. Nelly Diego Pérez

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1994



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 está 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.

A mis padres

María de Jesús Rodríguez Vega

y

Aurelio Pérez Serna

A G R A D E C I M I E N T O S

Deseo expresar mi gratitud a las siguientes personas:

A la M. en C. Nelly Diego Pérez, por su atención y generosidad en la dirección de este trabajo.

A los miembros del jurado por las sugerencias y revisiones que contribuyeron a mejorar la calidad del mismo. Los Doctores Miguel - Angel Musálem, José Concepción Boyás Delgado y Gerardo Segura Warnholtz; y a los Maestros en Ciencias Francisco González Medrano, Jaime Jiménez Ramírez y María Cecilia Nieto de Pascual Pola.

A la M. en C. Martha Alicia Cervantes Sánchez por las correcciones y sugerencias hechas.

Al Sr. J. Guillermo Ramírez Cornejo por su colaboración en los trabajos de campo y gabinete.

A mi familia por el afecto y apoyo que me brindan.

A los habitantes de los ejidos de: "La Mojoneira", Hidalgo; "Hueytamalco" y "Xiutetelco", Puebla; y "San José", Tamaulipas, por la información y hospitalidad.

A la Universidad Autónoma Chapingo, por apoyar parcialmente este estudio con el número de proyecto 9101013.

I N D I C E

	página
Resumen	1
1.0 Introducción	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Objetivos	6
1.3 Hipótesis	6
2.0 Revisión de Literatura	8
2.1 Aspectos Botánicos	8
2.2 Datos Paleobotánicos	9
2.3 Notas Biogeográficas	12
2.4 Distribución Actual en el Mundo de las Especies del género <i>Fagus</i>	15
2.5 Descripción de las Zonas de Estudio	19
2.5.1 Localización	22
2.5.2 Geomorfología	22
2.5.3 Geología	24
2.5.4 Suelos	26
2.5.5 Clima	27
2.5.6 Vegetación	28
2.5.7 Fauna	28
2.5.8 Actividades Humanas	29
3.0 Métodos y Materiales	32
3.1 Categoría Taxonómica	32
3.2 Distribución Actual	35
3.2.1 Características Dendrológicas, Fenológicas y Silvícolas	36
3.3 Muestreo de las Poblaciones	37
3.3.1 Estado Fitosanitario de cada Población	38
4.0 Resultados	40
4.1 Categoría Taxonómica (Relaciones Fenéticas)	40
4.2 Distribución Actual	54
4.2.1 Características Dendrológicas, Fenológicas y Silvícolas	55
4.3 Muestreo de las Poblaciones	59
4.3.a Casa de Piedra, Tamaulipas	59
4.3.b Zacualtipán, Hidalgo	71
4.3.c Teziutlán, Puebla	93
5.0 Discusión	112
5.1 Categoría Taxonómica (Relaciones Fenéticas)	112
5.2.1 Características Dendrológicas, Fenológicas y Silvícolas	112
5.3 Muestreo de las Poblaciones	115
5.4 Conservación	117

	página
6.0 Conclusiones	120
7.0 Recomendaciones	123
8.0 Bibliografía	124
Apéndice A	133
Apéndice B	134
Apéndice C	138
Apéndice D	139
Glosario	143

Índice de Figuras

A. Cibacromo de <i>Fagus mexicana</i> . 1. Introducción (foto herbario de KEW).	
B. Bosque de <i>Fagus</i> en el ejido "La Mojonera", Hidalgo. 2.Revisión de.- Literatura (foto P. Pérez).	
C. Arbol de <i>Fagus grandifolia</i> ssp. <i>mexicana</i> de excelentes caracterís- ticas fenotípicas. 3.Materiales, método (foto P. Pérez).	
D. Fuego provocado en el km 8 de la carretera Teziutlán, Puebla.-Tlapa- coyan, Veracruz (mayo 1989). 4.Resultados. (foto P. Pérez).	
E. Ramilla de <i>Fagus grandifolia</i> ssp. <i>mexicana</i> de Teziutlán, Puebla. - 5.Discusión (foto P. Pérez).	
F. Ejemplar de <i>Fagus</i> dañado por fuego. Hueytamalco, Puebla (noviembre 1990). 6.Conclusiones (foto P. Pérez).	
G. Muestra de <i>Fagus grandifolia</i> ssp. <i>mexicana</i> . 7.Recomendaciones (foto herbario US).	
1. Distribución Actual en el Mundo de las Especies del género <i>Fagus</i>	18
2. Localización de <i>Fagus</i> en Tamaulipas, México	20
3. Localización de <i>Fagus</i> en Hidalgo, México	21
4. Localización de <i>Fagus</i> en Puebla, México	23
5. Orientación y toma de medidas para el análisis de las estructuras de <i>Fagus</i>	34
6. Índice foliar de 120 valores de <i>Fagus</i> de México	43
7. Análisis conglomerado de la morfología foliar de las especies de cuatro regiones geográficas del género <i>Fagus</i>	53

6'. Distribución de los valores del diámetro basal (D1) de los árboles de <i>Fagus</i> . Casa de Piedra, Tamaulipas	63
7'. Distribución de los valores del diámetro normal (D2) de los árboles de <i>Fagus</i> . Casa de Piedra, Tamaulipas	65
8 . Distribución de los valores de la altura total (H) de los árboles de <i>Fagus</i> . Casa de Piedra, Tamaulipas	67
9 . Distribución de los valores de la cobertura (COB) de los árboles de <i>Fagus</i> . Casa de Piedra, Tamaulipas	69
10. Porcentajes de los daños físicos de los árboles de <i>Fagus</i> . Casa de Piedra, Tamaulipas	70
11. Distribución de los valores del diámetro basal (D1) de los árboles de <i>Fagus</i> . Zacualtipán, Hidalgo.	76
12. Distribución de los valores del diámetro normal (D2) de los árboles de <i>Fagus</i> . Zacualtipán, Hidalgo	78
13. Distribución de los valores de la altura total (H) de los árboles de <i>Fagus</i> . Zacualtipán, Hidalgo	80
14. Distribución de los valores de la cobertura (COB) de los árboles de <i>Fagus</i> . Zacualtipán, Hidalgo	82
15. Porcentaje de los daños físicos que presentan los árboles de <i>Fagus</i> . Zacualtipán, Hidalgo.	86
16. Porcentaje de los daños bióticos que presentan los árboles de <i>Fagus</i> . Zacualtipán, Hidalgo	92
17. Distribución de los valores del diámetro basal (D1) de los árboles de <i>Fagus</i> . Teziutlán, Puebla	97
18. Distribución de los valores del diámetro normal (D2) de los árboles de <i>Fagus</i> . Teziutlán, Puebla	99
19. Distribución de los valores de la altura total (H) de los árboles de <i>Fagus</i> . Teziutlán, Puebla	101
20. Distribución de los valores de la cobertura (COB) de los árboles de <i>Fagus</i> . Teziutlán, Puebla	103
21. Porcentaje de los daños físicos que presentan los árboles de <i>Fagus</i> . Teziutlán, Puebla	107
22. Porcentaje de los daños bióticos que presentan los árboles de <i>Fagus</i> . Teziutlán, Puebla	111

Indice de Cuadros

1. Muestras de material botánico	32
2. Análisis de normalidad y estadísticos descriptivos para <i>Fagus</i> de México	42
3. Análisis de normalidad y estadísticos descriptivos para <i>Fagus</i> de Canadá-EUA	45
4. Análisis de normalidad y estadísticos descriptivos para <i>Fagus</i> de Europa	46
5. Análisis de normalidad y estadísticos descriptivos para <i>Fagus</i> de Asia	48
6. Análisis de varianza de nueve caracteres de morfología foliar de <i>Fagus</i>	51
7. Prueba de comparación múltiple de Duncan para analizar especies de <i>Fagus</i>	52
8. Análisis de normalidad para las variables de los árboles de <i>Fagus</i> en Casa de Piedra, Tamaulipas	61
9. Datos del diámetro basal (D1) de los árboles de <i>Fagus</i> . Casa de Piedra, Tamaulipas	62
10. Datos del diámetro normal (D2) de los árboles de <i>Fagus</i> . Casa de Piedra, Tamaulipas	64
11. Datos de la altura total (H) de los árboles de <i>Fagus</i> . Casa de Piedra, Tamaulipas	66
12. Datos de la cobertura (COB) de los árboles de <i>Fagus</i> . Casa de Piedra, Tamaulipas	68
13. Datos de normalidad para las variables de los árboles de <i>Fagus</i> . Casa de Piedra, Tamaulipas	74
14. Datos del diámetro basal (D1) de los árboles de <i>Fagus</i> . Zacualtipán, Hidalgo	75
15. Datos del diámetro normal (D2) de los árboles de <i>Fagus</i> . Zacualtipán, Hidalgo	77
16. Datos de la altura total (H) de los árboles de <i>Fagus</i> , Zacualtipán, Hidalgo	79
17. Datos de la cobertura (COB) de los árboles de <i>Fagus</i> . Zacualtipán, Hidalgo	81
18. Árboles bifurcados de <i>Fagus</i> . Zacualtipán, Hidalgo	83
19. Árboles de <i>Fagus</i> con fuste dañado. Zacualtipán, Hidalgo	84
20. Árboles con mala conformación de <i>Fagus</i> . Zacualtipán, Hidalgo	85

	página
21. Árboles con la corteza enferma de <i>Fagus</i> . Zacualtipán, Hidalgo	87
22. Árboles con pudrición de médula de <i>Fagus</i> . Zacualtipán, Hidalgo	88
23. Árboles con daño en el brote aéreo o copa de <i>Fagus</i> . Zacualtipán, Hidalgo	89
24. Árboles de <i>Fagus</i> afectados en el brote aéreo o copa. Zacualtipán, Hidalgo	90
25. Árboles de <i>Fagus</i> afectados por hongos y cáncer. Zacualtipán. Hidalgo	91
26. Análisis de normalidad para las variables de los árboles de <i>Fagus</i> . Teziutlán, Puebla	95
27. Datos del diámetro basal (D1) de los árboles de <i>Fagus</i> . Teziutlán, Puebla	96
28. Datos del diámetro normal (D2) de los árboles de <i>Fagus</i> . Teziutlán, Puebla	98
29. Datos de la altura total (H) de los árboles de <i>Fagus</i> . Teziutlán, Puebla	100
30. Datos de la cobertura (COB) de los árboles de <i>Fagus</i> . Teziutlán, Puebla	102
31. Árboles de <i>Fagus</i> bifurcados. Teziutlán, Puebla	104
32. Árboles de <i>Fagus</i> con fuste dañado. Teziutlán, Puebla	105
33. Árboles de <i>Fagus</i> mal conformados. Teziutlán, Puebla	106
34. Árboles de <i>Fagus</i> afectados por enfermedad de la corteza. Teziutlán, Puebla	108
35. Árboles de <i>Fagus</i> con pudrición de la médula. Teziutlán, Puebla	109
36. Árboles de <i>Fagus</i> afectados en su copa. Teziutlán, Puebla	110

Resumen

De 1988 a 1991 se llevó a cabo una revisión del conocimiento dendrológico, silvícola y un censo del género *Fagus* en México.

En la categoría taxonómica del género *Fagus* se encontró una denominación específica y dos infraespecíficas. Para saber cuál era la categoría taxonómica adecuada, se revisaron cinco herbarios (MEXU, ENCB, CHAPA, CHAP, e INIF), y se analizaron 52 muestras de 5 taxa. Estos taxa se agruparon en cuatro regiones geográficas. Se tomaron dieciséis variables de morfología foliar y seminal, de las cuales se analizaron consistentemente nueve de morfología foliar en todas las pruebas estadísticas.

Se hicieron recorridos de campo para revisar la distribución actual; las características silvícolas y de fenología; además de registrar un censo que incluyera el estado fitosanitario de las poblaciones seleccionadas.

Se eligieron tres localidades, de las ocho existentes en el país, estas fueron: Casa de Piedra, Tamaulipas; Montes de Zacatlamaya, Hidalgo; y carretera Teziutlán, Puebla-Tlapacoyan, Veracruz. Para este caso se tomaron trece variables en las que se incluyeron caracteres dasométricos y los del estado fitosanitario.

El conjunto de datos generados, tanto para el análisis de morfología foliar y seminal, como para el de características dasométricas y las del estado fitosanitario, fue analizado con el paquete SAS 1988 versión 5.18, en el Centro de Estadística y Cálculo, del Colegio de Postgraduados, Chapingo, en una máquina IBM modelo 4341.

Se concluye que el taxón es *Fagus grandifolia* ssp. *mexicana*, ya que se emparenta con la especie por la similitud en los caracteres de morfología foliar (ancho total, longitud del pecíolo y nervaduras secundarias del lado izquierdo); además de que el índice foliar lo coloca dentro del grupo "*Fagus grandifolia*", pero este índice resulta con un alto valor para el taxón de México, por lo que se considera como una subespecie, como lo hizo Shen (1991) en una revisión del género.

El patrón de distribución en México para *Fagus grandifolia* ssp. *mexicana* es discontinuo.

Fagus grandifolia ssp. *mexicana* es un árbol de más de 30 m de alto, con diámetro normal de 41.28 ± 0.72 cm y cobertura de 2.58 ± 0.09 m. La corteza es lisa del

gada, fuste recto de buena poda natural y copa elíptica. Los daños físicos inician el deterioro de los árboles y es muy susceptible al fuego y heladas. Presentan enfermedad de la corteza y pudrición de la médula de origen etiológico desconocido, además tienen disposición a infección de la raíz por *Fomes* y *Polyporus*.

La población de mejor estado fitosanitario es la de Casa de Piedra, Tamaulipas, seguida de la de Montes de Zacatlamaya, Hidalgo. La que presenta las peores condiciones fitosanitarias es la de la carretera Teziutlán, Puebla-Tlapacoyan, Veracruz, ya que el arbolado es derribado junto con la vegetación indígena, para ser sustituida por cultivos y pastoreo; además de que el arbolado en pie es afectado por el fuego.

Se proponen alternativas de conservación *in situ* y *ex situ*, ya que *Fagus grandifolia* ssp. *mexicana* se encuentra a nivel nacional como una especie amenazada, y sólo se considera en peligro de extinción en Teziutlán, Puebla.



Figura A. Cibacromo de *Fagus mexicana*.
Ejemplar depositado en el herbario
de KEW.

1. Introducción



1.0 Introducción

1.1 Explicación de Motivos

La cátedra de Botánica Forestal impartida en la División de Ciencias Forestales (DiCiFo) de la Universidad Autónoma Chapingo, requiere básicamente de datos de reconocimiento en campo y gabinete, de las familias de árboles que son más representativas, desde el punto de vista ecológico, forestal, económico o biogeográfico.

El género *Fagus* es uno de los ocho genera que forman parte de la familia de las Fagaceae, la cual es muy importante desde cualquier ángulo que se le analice. En este caso, cuando se hizo una revisión del material botánico, depositado en los herbarios de docencia e investigación de la DiCiFo, encontramos deficiencias en los ejemplares, ya que el material requiere además de la ramilla con hojas, que tenga flores y frutos, y excepcionalmente un trozo de corteza y de madera. La falta de flores y de frutos de esta especie y de otros datos de campo, fueron los catalizadores que activaron el presente trabajo.

Respecto a lo que aporta éste, desde el punto de vista cognoscitivo, es por una parte complementar la información taxonómica básica de la especie, y por otro lado proveer las bases empíricas silvícolas, que permitan iniciar la conservación y el manejo adecuado que requiere la misma.

1.2 Antecedentes

El género *Fagus* fue descubierto en México por el Ingeniero Esquivias Ojeda y el guarda forestal D. Sánchez Galicia en Zacualtípán, Hidalgo en 1938. Al profesor Maximino Martínez le enviaron una muestra de madera, a la cual le encontró caracteres especiales. Después hizo un recorrido por la localidad mencionada, sin poder determinar la clasificación botánica del árbol por falta de flores y de frutos. Hasta que en 1939, con muestras completas encontró que el árbol correspondía al género *Fagus*. Después del análisis comparativo con ejemplares de los grandes herbarios de Estados Unidos de América (EUA), Martínez llegó a la conclusión de que era una nueva especie a la que denominó *Fagus mexicana*, especificando que esta clasificación se consideró válida por los especialistas que consultó (Martínez, 1939 a, 1939 b).

Martínez (1940) hizo la descripción botánica para esta especie en los Anales del Instituto de Biología, y además proporcionó la diagnosis en latín. Anteriormente, depositó los tipos de *Fagus mexicana* en los siguientes herbarios (de México y EUA, respectivamente): Instituto de Biología UNAM, Departamento Forestal; Herbario Nacional de EUA en Washington, Gay Herbarium, Field Museum of Natural History y en el Arnold Arboretum (Martínez, 1939 a).

Camp (1940, 1950) publicó que las hayas (nombre común usado en España y Zacualtipán, Hidalgo, México, para llamar a las especies de *Fagus*) del Este de Norte América no eran una sola especie. Hizo una colecta extensa de las poblaciones, en la que incluyó: madera, corteza, hojas, flores y frutos. No divulgó técnicamente los nombres taxonómicos para evitar tecnicismos, y describió los siguientes tipos:

i) White Beech (haya blanca) se encuentra en bajas elevaciones en los estados del sur y sureste de EUA; de Maryland a Florida, Texas; y de la región de Mississippi a Illinois.

ii) Red Beech (haya roja) se encuentra en las montañas bien drenadas del Sur de los Apalaches; también se le localiza hacia el Norte llegando hasta el nivel del mar en Maine, Nueva Brunswick y Sur de Nueva Escocia.

iii) Gray Beech (haya gris) no se encuentra en estado genéticamente puro, sólo en aquellas asociaciones donde está *Abies* y *Picea*. Se observa en altas elevaciones en el Sur de los Apalaches (1 300 msnm); Nueva York, Vermont, Nueva Hampshire y Maine; llega al nivel del mar; en el centro de Nueva Escocia en la Isla del Cabo Breton y en la región de los Grandes Lagos.

Para Camp (1950) el haya del bosque clímax *Fagus-Acer* no es una población uniforme sino que participan elementos genéticos de los tres tipos ya descritos. Hipotetiza que en el Terciario tardío los tres tipos de haya no tenían barreras genéticas efectivas. Las condiciones cambiantes del Pleistoceno llevaron a un arreglo en la distribución de éstas poblaciones, las cuales entraron en contacto y se entrecruzaron. Probablemente produjeron una serie de poblaciones complejas del híbrido ancestral en áreas locales. Al retraerse los glaciales cambió nuevamente su distribución geográfica y encontraron nuevos hábitats disponibles a colonizar, lo cual involucraba nuevas situaciones ecológicas.

De Lassé (1944) enfatizó la poca importancia que tiene el árbol de *Fagus mexicana* en el sector forestal de México. También mencionó la explotación irracional que se estaba llevando a cabo, por lo cual propuso un proyecto de decreto como guía para el aprovechamiento del haya. En este proyecto expuso que la Oficina de Control y Aprovechamiento y Explotaciones Forestales de la Dirección General Forestal y de Caza, estuviera vigilando el debido cumplimiento del mismo, formulase los estudios dasonómicos, fomentara y propagara la especie. Además de que se continuara investigando al género, ya que mencionó otra especie de haya en Veracruz; sin embargo, ahora sabemos que tal árbol es *Platanus lindeniana* (Pennington y Sarukhan, 1968).

Miranda y Sharp (1950) llevaron a cabo un trabajo sobre las regiones templadas del Este de México. Describieron el bosque de haya localizado en dos sitios del estado de Hidalgo: Zacatlamaya, cerca de Zacualtipán y Tutotepec también cerca de Apulco. Mencionaron como árboles dominantes a los de *Fagus mexicana* y en el sotobosque a *Magnolia schiedeana*, *Quercus trinitatis*, *Q. xalapensis*, etc. También destacaron la existencia de hayas en Gómez Farías, Tamaulipas. Consideraron que la flora del Este de México comparte algunos géneros con la del Sureste de EUA.

Sharp *et. al.*, (1950) y Hernández X. *et. al.*, (1951) mencionaron la existencia de una asociación mezclada que se ha mantenido en aquellas islas ecológicas que reúnen las siguientes condiciones: a) localización dentro del Trópico de Cáncer; b) altitudes de 700 a 1 500 msnm; c) ausencia de heladas o éstas de poca duración y benignas; d) precipitaciones pluviales de 1 200 a 3 000 mm y una alta humedad durante la mayor parte del año. Añadieron la existencia de un bosque de *Fagus mexicana* que se encuentra a una altura de 1 500 m, asociado con *Acer skutchii*, *Liquidambar styraciflua*, *Podocarpus reichei*, etc.

Fox y Sharp (1954) presentaron una lista de colectores y de cuatro localidades de tres estados de la República Mexicana, de donde se obtuvieron las ramillas de *Fagus mexicana*: Zacualtipán y Tutotepec, Hidalgo; Ojo de Agua del Indio, Tamaulipas; y Teziutlán, Puebla.

Martin y Harrel (1957) hicieron un análisis comparativo de los datos florísticos con los de distribución de los vertebrados que hasta entonces se habían encontrado en el Este de EUA, el Este de México y en América Central. Para explicar la afinidad de la flora montana de estas regiones, expusieron la hipótesis de que las salamandras de la familia Plethodontidae y la existencia de poblaciones relictos de árboles de los géneros: *Liquidambar*, *Fagus*, *Carpinus*, *Acer*, *Mitchella* y *Hamamelis*, de la región geográfica ya mencionada, son prueba de que en un período precedente al Pleistoceno existió una zona desértica, tanto en el Sureste de EUA como en el Noroeste de México. En el Pleistoceno esta zona se transformó en una sabana, porque hubo cambios climáticos que aparecieron en una fase glacial máxima caracterizada por lluvias frecuentes. Explicaron que la migración de la flora y de la fauna se vio favorecida por la presencia de esta sabana.

Rushmore (1961) resumió las características silvícolas de *Fagus grandifolia*. Expuso las condiciones climáticas, edáficas, fisiográficas y bióticas, en las que se encuentra en EUA. Presentó un mapa de la distribución del taxón; hizo mención de las tres variedades raciales descritas por Camp (1950), señalando que *Fagus mexicana* estuviera muy emparentada con el haya gris, y admitió la existencia de una variedad: el haya de Carolina (*Fagus grandifolia* var. *caroliniana*).

Little (1965) revisó la jerarquización taxonómica del género *Fagus* de México. Por análisis del isotipo y por las anotaciones hechas por Camp en los ejemplares de herbario, estableció que el taxón mexicano correspondía a *Fagus grandifolia* var. *mexicana*. Agregó que Rushmore (*op. cit.*) había revisado la variación racial con propósitos silvícolas.

Preston (1977) presentó en su obra un mapa de la distribución actual de *Fagus grandifolia* abarcando las localidades mexicanas en el mismo.

Cooper y Mercer (1977) efectuaron un estudio de variación morfológica de *Fagus grandifolia* en Carolina del Norte, para determinar si la variación observada era controlada genéticamente o inducida en forma ambiental. Dieron a conocer los nombres subspecíficos de las hayas de EUA, propuestos por Camp (en anotaciones de herbario en 1954). Usaron como antecedente las tres razas descritas

por Camp (*op. cit.*) utilizando 500 ramillas analizaron cuantitativamente la pubescencia foliar. Los tres patrones de pubescencia en la superficie foliar hallados revelaron las siguientes agrupaciones: sin pubescencia los árboles que se desarrollan a 2 500 pies (aproximadamente 757 msnm); con 15 a 40 pelos en 2.7 mm^2 - los que se desarrollan de los 1 600 a los 2 400 msnm (484 a 726 aprox.); y los de Piedmont y la Planicie Costera con 40 tricomas en 2.7 mm^2 . Sus datos apoyan la existencia de dos variedades (*Fagus grandifolia* var. *grandifolia* y *F. grandifolia* var. *caroliniana*) en lugar de tres razas o cuatro subespecies sugeridas por Camp. No incluyeron en este estudio muestras del taxón mexicano.

Martínez (1979) divulgó los nombres comunes con los que se conoce en México a *Fagus mexicana*: "totalcal", en Agua Blanca y "haya", en Zacualtipán, ambos en el estado de Hidalgo.

Ennis (1981) efectuó un estudio de la ecología e importancia de *Fagus mexicana* en Teziutlán, Puebla y Zacualtipán, Hidalgo. Concluye que el bosque de haya está compuesto por *Fagus mexicana* como especie dominante y como codominantes se encuentran: *Magnolia schiedeana*, *Clethra macrophylla*, *Quercus* spp., etc.; también señala la conveniencia de establecer medidas para la protección de la especie.

Vela Gálvez (1981) destacó que éste taxón estaba amenazado por la destrucción o modificación del hábitat y en particular *Fagus mexicana* está en ésta condición por los desmontes con fines ganaderos en la región de Teziutlán, Puebla.

Puig, Bracho y Sosa (1983) mencionaron la presencia de *Fagus mexicana* en Xilitla, San Luis Potosí. Posteriormente, explican que ésta especie se encuentra en pequeñas áreas localizadas, en el bosque mesófilo de montaña de Tamaulipas (Puig, Bracho y Sosa, 1987).

Murray (1983) redujo a categoría de subespecie a *Fagus mexicana*, estableciéndola como *Fagus grandifolia* ssp. *mexicana*. No menciona si utilizó algún método comparativo o estadístico que apoye ésta designación.

Hardin y Johnson (1985) realizaron un estudio para examinar las características de la superficie foliar de *Fagus grandifolia* y especies de *Castanea* nativas del Este de EUA. Mediante el uso del microscopio electrónico de barrido, reconocieron seis tipos de tricomas: simple, bulboso, solitario, acicular, fasciculado y estrellado. En *Fagus* observaron los primeros cuatro tipos, los cuales exhibieron variación estacional, así como geográfica y ecotípica, en la densidad de la pubescencia presente. Sin embargo, añadieron que falta consistencia en las diferencias cualitativas correlacionadas para poder establecer razas o taxa infraespecíficos. No analizaron ninguna de las poblaciones de *Fagus* procedentes de México.

De lo anterior se desprende que se tiene poco conocimiento silvícola sobre el género *Fagus* en México, lo cual da como resultado muy pocas bases empíricas para emprender un programa de manejo forestal. En esta información destacan los siguientes aspectos de este taxón: su distribución en el país, el nivel taxonómico y el estado actual de amenaza que tiene en el estado de Puebla.

No hay otros estudios que proporcionen más información sobre aspectos determinantes en el ciclo de vida, que permitan establecer un programa de manejo de *Fagus*. Esto es importante para saber si hay factores intrínsecos o extrínsecos que intervengan en el establecimiento y propagación del taxón.

Se consideran como factores intrínsecos los siguientes: a) defectos en los procesos de micro y macroesporogénesis, b) defectos en la fertilización, c) defectos embriológicos y d) disminución en el vigor. Los factores extrínsecos serían: i) cambios en el hábitat (clima, presencia de algún desastre natural como huracanes, terremotos, etc.), ii) presencia de plagas y enfermedades y iii) actividades humanas.

Los trabajos precedentes y los factores mencionados nos condujeron a proponer las siguientes metas u

1.3 Objetivos

- 1.3.1 Analizar el nivel taxonómico que le corresponde a *Fagus* en México.
- 1.3.2 Obtener de tres poblaciones las clases diamétricas, las de altura y de cobertura, así como las características silvícolas y fenológicas de la misma.

- 1.3.3 Obtener el estado fitosanitario de *Fagus* para determinar el estado actual de tres poblaciones seleccionadas.

1.4 Hipótesis

- H₀1. Si las características morfológicas foliares y reproductivas, el análisis estadístico de las mismas y las consideraciones biogeográficas, permiten afirmar que las poblaciones actuales de *Fagus* de México corresponden a la clasificación hecha por Martínez (1940) como *Fagus mexicana*.
- H₁1. Los caracteres morfológicos foliares y reproductivos; el análisis estadístico de éstos y el conocimiento biogeográfico contemporáneo facultan establecer que las poblaciones de *Fagus* de México corresponden a un nivel infraespecífico.
- H₀2. Debido a la presión demográfica sobre los ecosistemas se espera encontrar a *Fagus* en alguno de los siguientes estados: en Puebla, o en Hidalgo, o en Tamaulipas.
- H₁2. De acuerdo con la información de la bibliografía se espera encontrar a *Fagus* en los tres estados mencionados.
- H₀3. Debido a la explotación no planificada de los bosques en México y a los continuos cambios de uso del suelo en el territorio nacional, se espera que las localidades donde se encuentra *Fagus* presenten condiciones muy homogéneas en cuanto a clases diamétricas, alturas y coberturas. Además de que su estado fitosanitario sea deficiente, esto último dado por la destrucción de su hábitat, y por la presencia de alguna plaga o enfermedad que incida en el desarrollo y dispersión del taxón.
- H₁3. Se espera encontrar que las poblaciones estén conformadas por una gran variedad de clases diamétricas, altura y coberturas; y que el estado fitosanitario en el que se encuentren sea en promedio el adecuado para que garantice la continuidad en el ciclo de vida del taxón.



Figura B. Bosque de *Fagus* en el ejido
La Pojonera, Hidalgo.

2.Revisión de literatura

2.0 Revisión de Literatura

2.1 Aspectos Botánicos

Fagus es uno de los ocho géneros que estructuran la familia de las Fagaceae (Heywood, 1985).

Descripción del género *Fagus* (Tourn.) L. Árboles con corteza pálida, suave, madera de grano cerrado duro, y yemas café-castaño brillantes agudas alargadas, escamas internas acrescentes y marcando la base de las ramillas con cicatrices como anillos persistentes. Hojas convexas y plegadas a lo largo de las venas; pecíolos cortos, casi rollizos; estípulas linear-lanceoladas, plegadas hacia adentro de la hoja en la yema. Flores vernaes después de que las hojas se desarrollan; las estaminadas cortamente pediceladas, agrupadas en cabezuelas globosas en tallos reflexos bibracteados, en la base de los brotes del año o de las axilas de sus hojas más bajas, compuestas de un cáliz subcampanulado, 4-8-lobado, ovado y redondeado, 8 a 16 estambres insertos en la base y más largos que el cáliz, con filamentos delgados y anteras oblongas verdes; las pistiladas agrupadas en pedúnculos de 2-4 flores en las axilas de las hojas superiores del año, rodeadas por numerosas brácteas pilosas, las exteriores rojo-brillante, las interiores más cortas y unidas abajo en un involucre 4-lobado, llegando a ser en la madurez leñoso, ovado, de paredes gruesas y cubierto por espinas recurvadas fuertes, encerradas o parcialmente encerrando a 2 nueces y posteriormente separadas en 4 valvas; cáliz urceolado veloso, dividido en 4 o 5 lóbulos agudos; ovario 3-locular, coronado por 3 estilos pilosos recurvados delgados verdes; 2 óvulos en cada lóculo. Fruto dos nueces trígonas, agudas, aladas, de color café-castaño, lustrosas. Los cotiledones son dos, plano-convexos, aceitosos y dulces (Font Quer, 1976; Phillips, 1985; Sargent, 1922; y Small, 1933). Presenta doce cromosomas en número haploide, $2n = 24$ (Cronquist, 1981; y Ohri y Ahuja, 1991).

2.2 Datos Paleobotánicos

Las especies sobrevivientes en la actualidad son el producto de millones de años de evolución, se conoce esto gracias al registro fósil. No obstante, este conocimiento no siempre es completo, ya que en algunos casos existen muchas lagunas, o datos contradictorios, porque los fósiles están incompletos y no permiten obtener una secuencia de la evolución de una especie determinada.

La reconstrucción del linaje de una especie se hace directamente con el análisis de los fósiles y la comparación de éstos con las plantas vivas, o indirectamente usando la interpretación de análisis electroforéticos, cladísticos, etc.

Dentro del registro fósil en plantas se tiene, por un lado, a los megafósiles (hojas, flores, frutos, tallos o madera) y, a los microfósiles (principalmente granos de polen). En el caso de *Fagus* es más confiable el análisis de microfósiles (Mueller, 1981; Romero, 1985).

En el análisis de los megafósiles, Wolfe (1973) menciona que se conocen hojas del Eoceno, que requieren un estudio minucioso.

Tanai (1974) comparó los caracteres foliares de hojas de *Fagus* fósiles con las diez especies vivientes. Estas especies vivientes están ordenadas en tres grupos: a) *Fagus grandifolia*, b) *F. sylvatica* y c) *F. longipetiolata*. En el este de Asia el grupo *Fagus grandifolia* apareció durante el Oligoceno tardío y continuó su crecimiento y expansión vigorosa hasta el presente. El grupo *Fagus sylvatica* floreció desde el Mioceno tardío y ha continuado hasta ahora. En el oeste de Norte América incluyendo la región de Alaska, todos los fósiles de las especies de haya pertenecen al grupo de *Fagus grandifolia* y se han encontrado desde el Oligoceno al Mioceno superior. El grupo de *Fagus sylvatica* nunca se ha encontrado en esta región.

Respecto al análisis de los microfósiles, Mueller (1981) hizo una compilación de los registros del polen fósil de angiospermas extintas. Menciona que en el Cretácico inferior solamente se encuentran los tipos indicativos de la presencia de las plantas ancestrales a las Magnoliidae y Liliatae. En el Turoniense es

evidente un aumento en la diferenciación y esto culmina en el Maestrichtiense cuando se hallan presentes la mayoría de los taxa superiores de las angiospermas. En el terciario la diversificación en los niveles taxonómicos inferiores continúa y la identificación con los taxa recientes se vuelve más segura. Los grupos herbáceos tienden a aparecer más tarde que los leñosos en la sucesión estratigráfica.

En los datos presentados por Muller (1981) las Fagaceae aparecen en el Cretácico superior en el Santoniense tardío, hace aproximadamente 80 millones de años.

El registro estratigráfico de *Fagus* se indica en el período Terciario en la época del Paleógeno, en la etapa del Oligoceno. Este registro es para el polen de *Fagus granulata* del Oligoceno inferior de Canadá. También se ha obtenido de Vermont del Oligoceno superior polen de *Fagus parvifossilis* (Muller, 1981).

En Europa se obtuvo registro de *Faguspollenites verus* (= *Fagus*) en el Mioceno inferior de Bohemia. La misma especie se tiene registrada en Turquía en el Mioceno tardío. *Fagus sylvatica* se reconoció en el Mioceno en los Países Bajos y *Fagus ferruginea* en el Plioceno (Muller, 1981).

Romero *et al.*, (1985) hicieron un análisis de megafósiles (hojas) de *Nothofagus* y *Fagus*. Menciona que el registro fósil parece indicar que el Hemisferio Sur fue un escenario importante para los principales procesos de la evolución inicial de las Fagoideae en contraste con las otras subfamilias de Fagaceae, las cuales siempre han habitado en el Hemisferio Norte.

Se ha informado la presencia de *Fagus* en el Hemisferio Sur tanto por Dusen (1907) (impresiones de hojas), como por Salard (1961). Este último autor reconoció madera de *Fagus* del Oligoceno de América del Sur. Por otra parte, no se han encontrado en este Hemisferio granos de polen, los cuales se conocen en el Hemisferio Norte desde el Oligoceno. Este hecho contrasta con el amplio registro de polen de *Nothofagus* en el Hemisferio Sur y con la presencia temprana de *Fagus* en el Eoceno del Hemisferio Norte (Romero *et al.*, *op. cit.*).

Estos mismos autores compararon las impresiones de las hojas descritas por Dusen (*op. cit.*) como *Fagus*, con las hojas de las especies vivientes. Concluyeron que hay hojas fósiles que son similares a las especies vivientes de *Fagus*. Sin embargo, no se asume que necesariamente estén relacionadas genéticamente con el género, puesto que la convergencia de otras familias del Sur (aún improbadas) puede ocurrir.

Otra evidencia del origen y evolución del género *Fagus* en el Hemisferio Norte, la constituye *Fagus praelucida*, de la cual hay evidencia foliar del Plioceno en la provincia de Jiangxi, China (Shen y Boufford, 1988). En opinión de estos investigadores, *Fagus praelucida* se parece más a *F. hayatae* que a *F. lucida*.

A ellos les parece razonable asumir que la primera aparición evolutiva de *Fagus hayatae* debió ser el Oligoceno tardío, o el Mioceno temprano o quizás, aún, posterior. Como se sabe, el este de la mitad de Taiwan estaba conectado con el sureste de Asia desde el Cretácico hasta el Mioceno. Sin embargo, el análisis palinológico del Mioceno de Taiwan, no reporta polen fósil de *Fagus* en Taiwan antes del Pleistoceno. Aunque Taiwan estuvo conectado con Asia desde el Cretácico al Mioceno y mientras es posible que *Fagus hayatae* estuvo más extensamente distribuida y creció en Taiwan al final de esa época, es también posible que no llegara a la isla sino hasta el Pleistoceno, cuando los niveles del mar fueron considerablemente más bajos. Aunque la historia geológica de *Fagus hayatae* en Taiwan es incierta, el descubrimiento reciente de la especie en China Central se considera como evidencia de que alguna vez estuvo presente en una superficie aún mayor en el Este de Asia que hoy en día.

2.3 Notas Biogeográficas

Se visualiza la distribución geográfica de los taxa como reconocimientos espaciales, estocásticos de las respuestas superficiales, funciones que describen la forma en la cual cada abundancia esperada de un taxón (la variable de respuesta) depende de los efectos combinados de algunas variables ambientales (variables predictoras) (Bartlein, Prentice y Webb, 1986).

La evidencia paleontológica que se tiene hasta el momento, y la distribución actual de las Fagaceae indica que son plantas disyuntas.

Bennett (1985) estudió la diseminación de *Fagus grandifolia* a través del Este de Norte América durante los últimos 18 000 años, mediante el análisis del pollen. Encontró que la dispersión de *F. grandifolia* ha cambiado. Discutió que tal vez *F. grandifolia* fue escasa durante el período glacial de Wisconsin (hace 18 - mil años), en el Sureste de Norte América y no se localizó refugio. Por el año 14 000, llegó a diseminarse hacia el Norte, pero en poblaciones de baja densidad. Entre los 14 000 y los 10 000 años llegó a tener altas densidades localmente en el Sureste, quizás como resultado de la expansión de la población mientras que el clima fue temporalmente favorable. *Fagus grandifolia* buscó su límite geográfico actual hace 7 000 años, pero continúa diseminándose en tasas muy bajas en algunas áreas hasta el presente. El Este de la región de los Grandes Lagos ahora es la que posee en mayor abundancia a la especie; aquí la expansión de la población fue más rápida, alrededor de los 7 000 años, y se atribuye a las condiciones ambientales favorables localmente. La expansión de *F. grandifolia* a través del continente fue lograda en densidades de población muy baja.

Huntley y Webb (1989) investigaron la respuesta de las especies a las variaciones climáticas causadas por cambios en la órbita terrestre. Discuten la migración de las poblaciones de árboles comparada con las migraciones anuales de las aves.

Ya que las variaciones diurnas y anuales son respuestas primarias a las variaciones climáticas dadas por los ciclos astronómicos fundamentales, con periodicidades de 24 horas y 365 días, se ha conjeturado que los movimientos a largo plazo de la distribución de un taxón tienen también una respuesta a largo

plazo, dado por las variaciones climáticas forzadas por los ciclos astronómicos fundamentales con periodicidades de 100 000 años (excentricidad), 41 000 años, (inclinación), 23 000 y 19 000 años (precesión) (Huntley y Webb, 1989).

Las poblaciones de plantas migran continuamente en respuesta a éstos cambios en el clima continuos y complejos. *Fagus* muestra patrones variados que reflejan respuestas más sensitivas al paleoclima único de los períodos interglaciales. *Fagus* no se expandió al norte y oeste de Europa durante el período interglacial previo, sino desde el fin de la última glaciación se extendió hacia el norte a Suecia y oeste de España (*Ibid.*).

Los organismos sésiles, especialmente aquellos como los árboles tienen individuos de vida larga mostrando adaptaciones conductuales al ciclo anual (por ejemplo follaje deciduo, daño por hielo y otros cambios fisiológicos), así como al ciclo diurno (por ejemplo ritmos de cierre de estomas) (*Ibid.*). *Fagus* es un género de árboles que presenta follaje deciduo y es susceptible al daño por hielo (Thiébaud, Cugén y Dupré, 1985).

Fagus muestra comportamiento similar en muchos aspectos tanto en Europa como en América. Las dos especies (*Fagus sylvatica* y *F. grandifolia*) son ecológicamente iguales y muestran tasas de migración similares de 200 a 300 m/año. Parece que ambas han sido especialmente favorecidas por las últimas condiciones postglaciales (Huntley y Webb, *op. cit.*).

El paralelismo de su comportamiento sugiere una respuesta a algún cambio ambiental postglacial y el candidato más probable es el cambio climático. En Europa las temperaturas de invierno se han incrementado al norte de los Alpes, lo cual parece la causa más probable de la expansión de *Fagus*. La elevación de las temperaturas invernales, también se han observado en Norte América con la consecuente expansión de la población (*Ibid.*).

Iversen (1973) y otros, han argumentado en contra el papel dominante del clima en Europa porque *Fagus* migró hacia el norte después del "óptimo climático". Presumen que una migración hacia el norte debe reflejar incremento en las temperaturas. La evidencia de otros taxa, como el del tipo *Corylus* muestra un despla-

zamiento hacia el sur de sus límites de distribución en Fenoscandia después de 6 000 años, conduce a inferir que las temperaturas disminuyeron al tiempo en que *Fagus* expandió su distribución hacia el norte. Iversen (1973) concluyó que la expansión de *Fagus* no podría ser una respuesta al cambio climático.

En Europa *Fagus sylvatica* migró a través de las distribuciones alpinas sin ninguna evidencia de que representen un obstáculo (Huntley y Webb, 1989).

Las poblaciones de árboles han migrado a través de áreas subcontinentales en tasas que van del orden de 10^{-3} a 10^{-2} m año⁻¹. La conclusión corresponde a lo que han investigado otros autores usando mapas isocrónicos. Las tasas de migración máxima aproximadas son similares en diferentes continentes (por ejemplo, las tasas de 150-300 m año⁻¹ observadas para *Fagus sylvatica*, *F. grandifolia*, y *F. japonica*) (Huntley y Webb, *op. cit.*).

Los árboles pueden expandirse como migrantes primarios a través del terreno deforestado o como migrantes secundarios a través de la formación de huecos de disturbio que existen en el dosel. Entre estos dos extremos son árboles tolerantes a la sombra cuyos renuevos pueden establecerse, sin la necesidad de disturbio o formación de huecos bajo el dosel de otras especies, que emiten sombra moderada. Estas especies tolerantes a la sombra pueden comportarse como migrantes primarios cuando avanzan en áreas forestadas por especies que dan sombra moderada. En todos los casos, la capacidad de dispersión es una determinante de la capacidad del límite de distribución de avance para marcar el cambio climático en el caso de migrantes primarios, podría limitarse su capacidad para marcar el cambio climático. En el caso de los migrantes secundarios la formación de huecos y/o el régimen de disturbio podría limitar la tasa del incremento de la población y por lo tanto, la tasa de incremento de la abundancia relativa del polen; esta hipótesis podría probarse usando modelos de sucesión forestal.

Las migraciones postglaciales de *Betula* y *Pinus* en el norte de Europa, fueron como migrantes primarios, mientras que los migrantes de *Fagus* fueron posteriores en ambos continentes (*Ibid.*).

2.4 Distribución Actual en el Mundo de las Especies del Género *Fagus*

Fagus es un género vicariante que habita del Sureste de Asia a Japón, y Oeste de Europa, y en América del Norte (Romero *et al.*, *op.cit.*)(Fig. 1).

A continuación se detallan las diez especies que se conocen en el mundo y que pertenecen a este género (Baring, 1986; Boudru, 1986; Haines, 1965; Sargent, 1922; Shen y Boufford, 1988; Tanai, 1974; y Willis, 1973). (Al margen se anota la simbología de su ubicación en la Fig. 1).

s *Fagus sylvatica* (Tourn) Linn. Syst. ed I. (1735)

Se encuentra en el Sur de Noruega, Suecia; en Europa Central llega hasta el Mediterráneo, e incluso se encuentra en Inglaterra. Abunda en la Comunidad de Estados Independientes (antes URSS), en Asia Menor y en provincias de Irán.

Se ubica casi desde el nivel del mar, pero abunda de los 1000 a 1700 msnm.

Forma bosques puros (hayedos o hayales); en Europa Central se asocia con *Quercus petraea*; en el resto del área de su distribución se encuentra asociada con especies del género *Quercus*.

Variedades y formas

Fagus sylvatica var. *laciniata* Vig (hojas profundamente lobuladas).

Fagus sylvatica f. *purpurea* (Ait) Schneid. (hojas de color púrpura).

Fagus sylvatica f. *pendula* (Loud) Schell. (hábito llorón de sus ramas colgantes).

o *Fagus orientalis* Lipsky

Nativa de Asia Menor, el Cáucaso y los Balcanes. Cultivadas en lugares más bajos y más resguardadas que el haya europea.

p *Fagus longipetiolata* Seemen

Es el haya común del Centro y Oeste de China, (partes altas del Yangtsze), Sur de China Oeste de Hupeh; Patung Hsien; Chiang-yan Hsien; Este de Szechuan; Wishan Hsien y Sur del río Yangtsze; Oeste de Szechuan; Mapin; Oeste de Kuan Hsien ascendente del Niu-tou-shan; Yunan. Se encuentra desde los 1000 a los 2600 m. Ocasionalmente forma bosques puros; pero crece asociada con *Quercus*, *Shima*, *Pasania*, etc.

- l *Fagus lucida* Rehder & Wilson
Se distribuye en el Centro de China, Norte de Hupeh y Este de Szechuan.
- h *Fagus hayatae* Palibin ex Hayata
Se encuentra en la parte Norte de la isla de Taiwan y en el Centro de China, entre los 1 300 a 2 300 msnm. Entre los 1 500 a 1 800 m de altura se asocia con: *Trochodendron*, *Illicium*, *Mahonia*, *Adinandra*, *Daphniphyllum*, y otros.
Forma rodales puros pero, a veces se le encuentra con *Yushania yamen-sis*, *Plagiogyne formosana*, etc.
En el Centro de China se encontró asociada con *Pinus* spp. a 2050 msnm.
- j *Fagus japonica* Maximowicz
Se localiza en Japón.
- m *Fagus multinervis* Nakai
Nativa de Corea del Sur y Japón.
- c *Fagus crenata* Blume
Sinonimia = *Fagus sieboldii* Endll. Gen. Suppl. 1847
Originaria de Japón, se ha colectado a los 500 m, desde el Suroeste de Hokkaido a Kyushu.
- e *Fagus engleriana* Seeman
Se distribuye en el Centro y Sur de China (en Hupeh, Szechuan, Yunan, Kweichow y Chekiang).
- g *Fagus grandifolia* Ehrh. Beitr. Naturk. 3: 22. 1788.
Habita el Este de Norte América; se encuentra en Canadá en los Grandes Lagos, St. Lawrence y Acadian Forest. En EUA está en Nueva Escocia; a lo largo de Restigouche, Nueva Brunswick, hacia el Sur de Virginia, Ohio, Michigan, Rock River, Oyle Conty, Illinois y Minnesota; Nueva Jersey; del Sureste de Missouri al Oeste de Florida, Alabama, Mississippi, Louisiana, este de Texas y Noroeste de Oklahoma.
Aproximadamente se le encuentra desde los 480 a los 1 800 m. Se asocia con un gran número de árboles como: *Acer saccharum*, *Betula alleghaniensis*, *Tilia americana*, etc.

Sinonimias

Fagus ferruginea Ait. Hort. Kew. 3: 362. 1789

F. americana Sweet. Hort. Brit. 1826

F. atropunicea Sudw. apud. Rehder, Manual 157

Variedades

Actualmente se reconocen sólo dos variedades (Cooper y Mercer, 1977):

Fagus grandifolia var. *grandifolia* Rehder. Mitt. Deutsch. Dendr. Ges. 1907: 70.

F. grandifolia var. *caroliniana* Fern & Rehd.

- 1 *Fagus mexicana* Martínez. Anal. Inst. Biol. 11: 85-89. 1940

Se distribuye en localidades de: Tamaulipas, San Luis Potosí, Hidalgo y Puebla. Estas se ubican en la Sierra Madre Oriental de México.

Se ubica desde los 1400 a los 2000 msnm. Se encuentra un bosque puro en Zacualtipán, Hidalgo, y en las otras localidades se asocia con: - *Quercus* spp, *Magnolia schiedeana*, *Clethra macrophylla*, *Podocarpus rei chei*, *Liquidambar styraciflua*, etc. (Este taxón no se contabiliza hasta éste momento. Se incluye para visualizar la distribución geográfica mundial de *Fagus*).

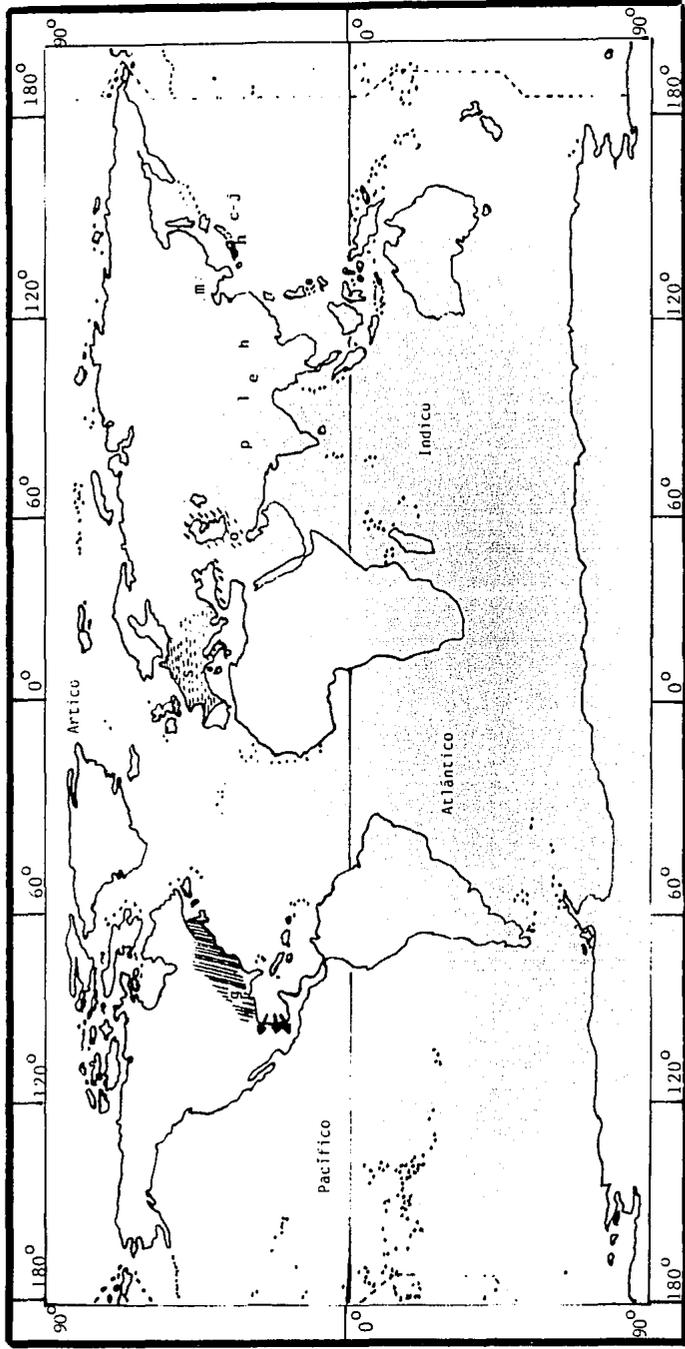
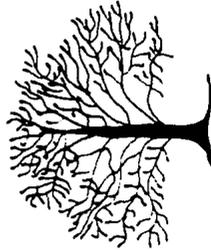


Figura 1. Distribución Actual en el Mundo de las especies del género *Fagus*

- = *Fagus sylvatica* L.
- 50= *Fagus orientalis* Lipsky
- p= *Fagus longipetiolata* Seemen
- l= *Fagus lucida* Rendler & Wilson
- h= *Fagus hayatae* Patibin ex Hayata
- llg= *Fagus grandifolia* Enrn.

♣ Localización en México del género *Fagus*



2.5 Descripción de las Zonas de Estudio

2.5.1 Localización

Los tres estados donde se efectuaron los muestreos, se encuentran en la Sierra Madre Oriental de México. Las localidades son (de Norte a Sur): Casa de Piedra, Tamaulipas (Tamps.); Montes de Zacatlamaya, Zacualtipán, Hidalgo (Hgo.); y Carretera Teztlutlán, Puebla (Pue.)-Tlapacoyan, Veracruz (Ver.). (A partir de aquí se mencionan las localidades de acuerdo a su orientación geográfica).

Casa de Piedra, Tamps.: El área se ubica al Suroeste del estado, en las estribaciones de la Sierra Madre Oriental conocidas como Sierra de Cucharas y Sierra Chiquita. Comprende parte del Municipio de Gómez Farías y cierta parte de los de Jaumave y Llera. Está limitada por los paralelos $23^{\circ}12'$ y $23^{\circ}03'$ Norte y $99^{\circ}18'$ de longitud Oeste (Sosa 1987). La altura del sitio de muestreo es de 1 500 msnm.

La vía de comunicación más importante es la carretera 85 Ciudad Mante-Ciudad Victoria, la que entronca con la carretera 5 que va a Gómez Farías. Este último pueblo se encuentra a 46 Km de Ciudad Mante y a 109 de Ciudad Victoria (Sosa, *op. cit.*). Después se asciende a la localidad por un viejo camino maderero, a las rancherías de Alta Cima y San José, para después continuar hasta Casa de Piedra.

En la zona hay hundimientos en los que aparecen manantiales (Joya de Manantiales, Agua Linda, La Perra y Ojo de Agua del Indio). También se encuentran los ríos: Sabinas y Frío, que junto con el Guayalejo son tributarios del Tamesí. El área de muestreo comprende 3 hectáreas (Fig. 2).

Montes de Zacatlamaya, Hgo.: Al bosque de *Fagus* se llega por la carretera 105 México-Nuevo Laredo, la cual entronca con la carretera Zacualtipán-Tlahuelompa. En el Km 6 se encuentra este bosque.

Está situado a los $20^{\circ}30'$ latitud Norte y $98^{\circ}36'$ longitud Oeste, la altitud varía de los 1 780 a los 1 920 m.

Nacen en este bosque dos corrientes de agua que desembocan en el arroyo Tuxpan. La superficie del bosque de *Fagus* es de aproximadamente 40 hectáreas (Ehnis, 1981) (Fig. 3). (A partir de aquí la localidad de Hgo. se mencionará como Zacualtipán).

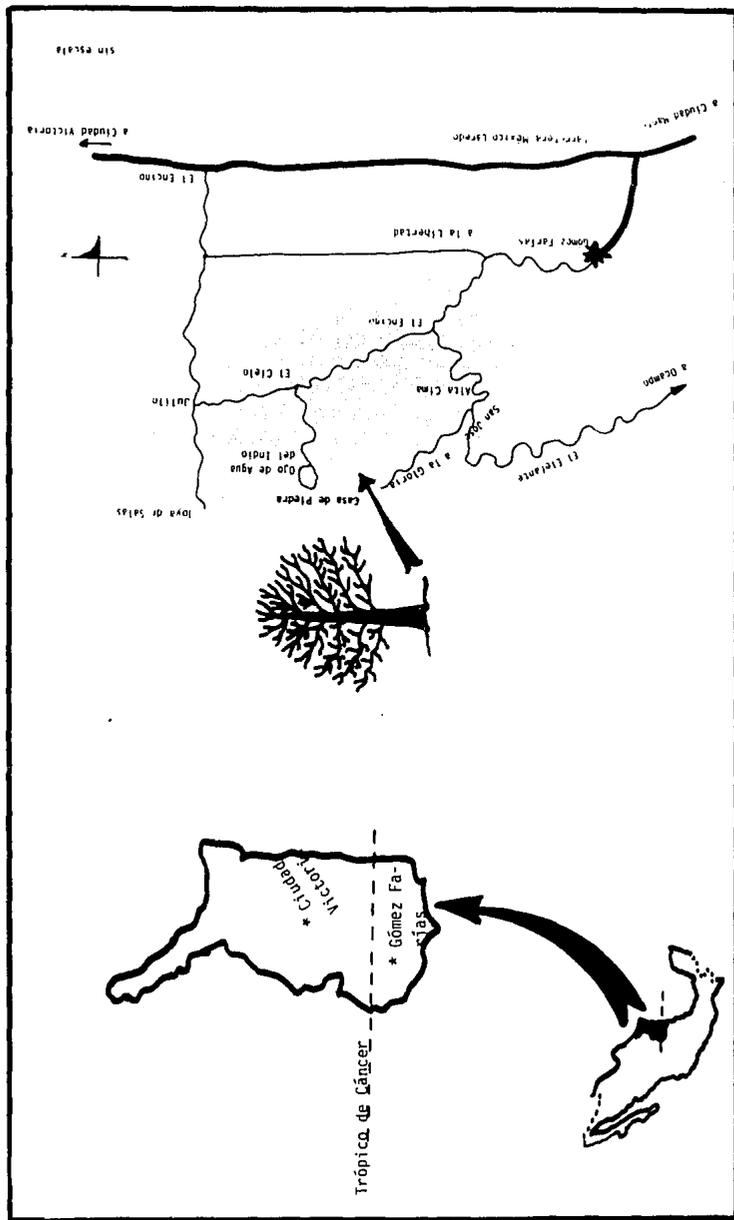


Figura 2. Localización de Fagus en Tamaulipas, México.

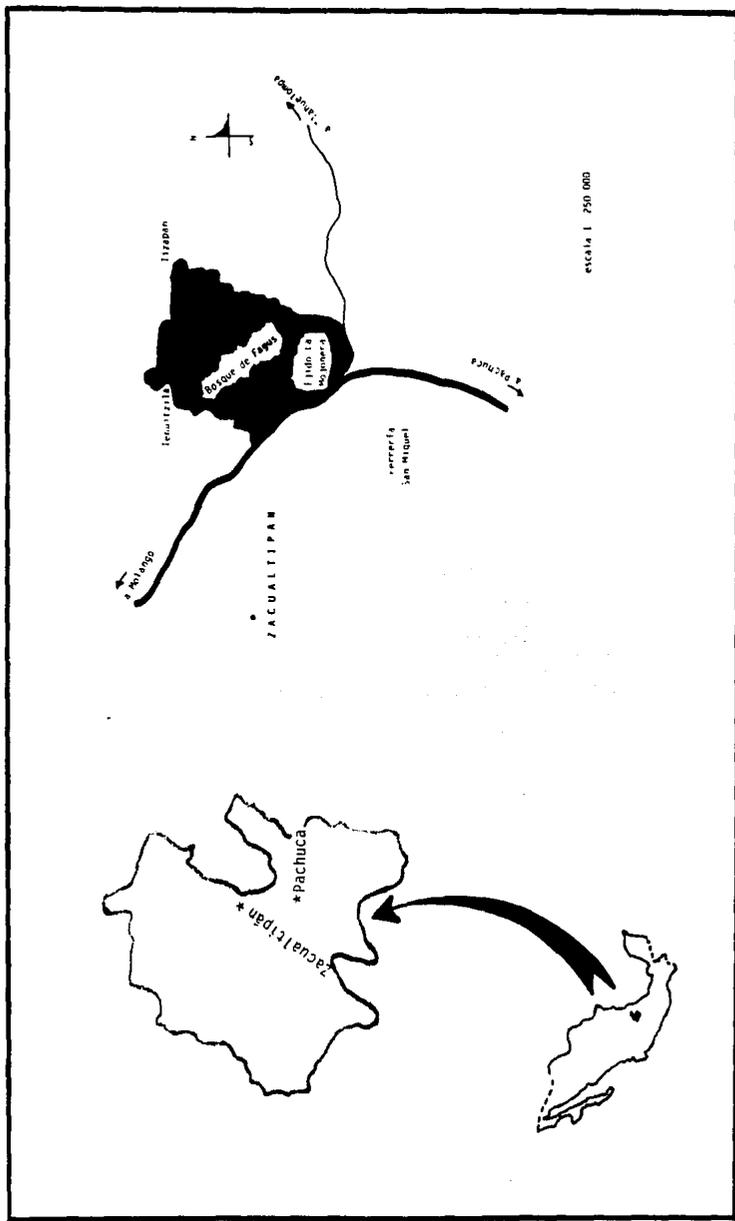


Figura 3. Localización de Faqus en Hidalgo, México.

Teziutlán, Pue.: Los manchones relicticos de *Fagus* se encuentran a lo largo de los Kms 9 al 12 de la carretera Teziutlán-Tlapacoyan, la cual es un tramo de la carretera 131 México-Barra de Nautla. Se encuentra a 19°50' latitud Norte y 97°20' longitud Oeste. La altura donde se encuentran éstos árboles va de 1 400 a 1 500 msnm; en el Km 9 se encuentran en una propiedad privada de aproximadamente 3 hectáreas, y del Km 10 al 12 están dispersos; en el Km 11 están en el ejido Xiutetelco y en el 12 en el ejido Hueytamalco. La zona está limitada por el río Nautla (Fig. 4).

2.5.2 Geomorfología

La Sierra Madre Oriental, dentro de la cual se ubican los tres sitios de muestreo, es una unidad orogénica limitada, al Este por la Llanura del Golfo, y al Oeste por la Altiplanicie Septentrional. Este sistema montañoso tiene una longitud de 1 350 Km con un promedio de 150 Km de ancho. Se inicia al Sur del estado de Texas (EUA) y termina en el Cofre de Perote (México), punto de contacto con la Cordillera Neovolcánica. Siguiendo una dirección general de Norte-Noreste y Sur-Sureste. Sus cimas conservan en promedio una altura de 2 200 y un máximo de 3 000 msnm. En su parte Norte se separa de la costa, pero converge hacia ella en el Sur quedando a sólo 75 Km del mar (Tamayo, 1987).

La planicie Costera del Golfo de México termina marcadamente cerca de Gómez Farfás. El límite oriental de la región se encuentra entre los 300 y 400 m de altura, después se eleva bruscamente hacia el Oeste. En la parte más alta se encuentran picos 2 200 y 2 300 (Sosa, *op. cit.*).

La ladera oriental de la Sierra Madre es la más húmeda, pero su naturaleza no permite un buen drenaje, produciendo escurrimientos que se absorben o corren al pie de la Sierra para alimentar al Río Sabinas. La erosión de la roca por disolución ha formado variadas estructuras como hundimientos, dolinas, grutas y uvalas (joyas)—por la interconexión de varias dolinas— dando lugar a una topografía kárstica. Estas geoformas están rellenas de aluviones del Cuaternario. La parte más notoriamente kárstica se localiza al Este, Sureste y Sur de la misma donde se distribuyen varias dolinas de diferentes tamaños. Entre éstas están: San Pablo, Alta Cima y Casa de Piedra; las dos primeras abiertas al cultivo de temporal y la tercera al pastoreo. En muchos hundimientos aparecen manantiales u ojos

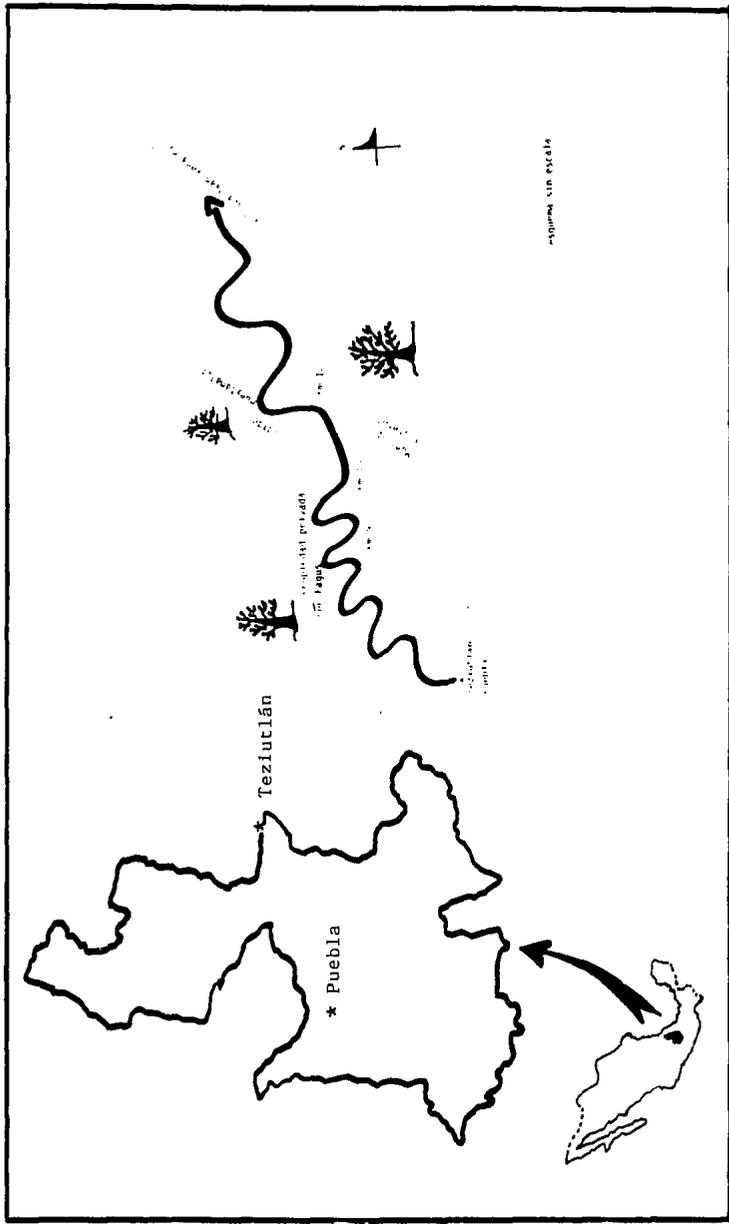


Figura 4. Localización de *Fagus* en Puebla, México.

de agua, como los de Joya de Manantiales, Agua Linda, La Perra y Agua de Indio (*Ibid.*).

En Casa de Piedra la población de *Fagus* se asienta en lugares casi planos hasta con una pendiente del 70%.

La localidad de Zacualtipán, Hgo. presenta hacia el Sur, la mayor altitud, 1 920 msnm. Un corte transversal de la zona de oriente a poniente presenta una forma de W.

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 del más de 100%. (Ehnis *op. cit.*).

La zona de Teziutlán, Pue. presenta una pendiente con exposición generalmente, hacia el Noreste, estando la menor altitud del área en el extremo Norte. El haya se encuentra en pendiente con exposición Sur, ésta varía de 70% cerca del río que bordea la zona, disminuyendo hasta 20% en la parte más alta donde el haya es más escasa (*Ibid.*).

2.5.3 Geología

Heim (1940) describe la Sierra Madre Oriental como una serie de anticlinales orientados hacia el Oeste. Los movimientos que provocaron estos plegamientos se iniciaron en la época Premississippiica y fueron seguidos de una intensa erosión. Durante el Cretácico Inferior Medio permaneció sumergida, siendo objeto de sucesivos plegamientos que culminaron en el Eoceno, escenario de la Orogénesis Hidalguense o Laramídica, la cual ocasionó los últimos plegamientos y su elevación final (Sosa, *op. cit.*).

La Sierra Madre Oriental se encuentra constituida por masas calcáreas secundarias del Cretácico Inferior de origen sedimentario. Los relieves actuales, situados sobre rocas de esta edad, pueden deberse a una inversión o fractura con dirección N-S, que dió lugar a que tales rocas se sobrepusieran sobre las del Cretácico Superior (Sosa, *op. cit.*).

En el área donde se encuentra Casa de Piedra, Tamps. está la Formación Tamaulipas, que constituye un macizo montañoso que comprende a la Sierra de Cucharas. Es un inmenso anticlinal que surge del Monte Cristo a Carabanchel, alcanzando su máxima altura a los 2 200 msnm. Esta Sierra vista desde su porción Sureste presenta un aspecto escalonado, al igual que muchos segmentos de la Sierra Madre

Oriental, debido a la fuerte erosión a la que ha estado sujeta (*Ibid.*).

Un cambio estructural importante, al Este del lugar llamado el Encino, consistió en el hundimiento y separación de los anticlinales frontales de la Sierra de Cucharas. La única manifestación actual de éstos la constituye la Sierra Chiquita, la cual se separó del macizo montañoso a fines del Cretácico por medio de una falla de dirección Norte-Sur y durante el Cuaternario fue cubierta por basalto debido a la intensa actividad volcánica característica de éste período. El Valle formado entre la Sierra Chiquita y la Sierra de Cucharas presenta afloramientos de lutitas del Cretácico Superior (*Ibid.*).

La región correspondiente a la parte Sur de la Sierra Madre Oriental, sufrió varios hundimientos y emersiones durante el Paleozóico. La mayor parte de los sedimentos se perdieron en los períodos de emergencia. En el Mesozóico continuaron los hundimientos, conectándose el Océano Pacífico con el Atlántico. Para fines del Triásico la región estuvo 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 encontraba 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, conectándose de nuevo el Pacífico con el Atlántico. Para fines del período, emerge el área continental y se perfila ya la actual Sierra Madre Oriental. Esta situación se mantiene al comienzo de la era Cenozóica, durante el Paleoceno y el Eoceno, estando sumergidas únicamente la región Noreste del país. Esta porción comienza a emerger durante el Oligoceno; en el Mioceno continúa emergiendo, época en que el vulcanismo alcanzó su mayor actividad. Desde el principio del Plioceno la superficie continental del país ya estaba emergida totalmente (Tamayo, *op. cit.*).

La Sierra Madre Oriental terminó su formación en 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 Paleozóico y rocas del Mesozóico (*Ibid.*).

En Zacualtipán, Hgo. hay riolitas y tobas riolíticas caolinizadas en la parte superior de la Sierra, y pizarras y micáceas en las partes intermedias. Las

rocas que se observan en la región son de origen volcánico (a la obsidiana los habitantes de la zona le llaman "pixtle").

En Teziutlán, Pue. García (1982) menciona que el área se caracteriza por ser de una intensa actividad volcánica correspondiente a fines del Mesozóico (Cretácico inferior) y al Terciario (Paleoceno y Eoceno).

En la parte Noroeste de Hueytamalco cerca del poblado se encuentra un afloramiento de calizas que correponden al Cretácico, actualmente éste afloramiento se explota como un banco de materiales y calera.

En la zona de estudio se encuentran dominando los materiales sedimentarios e ígneos (García, *op. cit.*).

2.5.4 Suelos

En Gómez Farías, Tamps. existen dos grandes grupos de suelos que se distribuyen muy claramente. En las laderas orientales, con clima cálido o semicálido y una moderada sequía invernal, hay suelos muy someros de color negro, litosoles y rendzinas que corresponden tanto a la Sierra Madre Oriental como a la Sierra Chiquita y que llegan hasta los límites del bosque mesófilo a los 800 msnm, donde el bosque tropical subcaducifolio termina (Bracho y Sosa, 1987).

En las cumbres de pendientes más suaves, se encuentran los suelos rojos más profundos y más desarrollados, asociados también a los litosoles y rendzinas pero de color pardo-rojizo; los suelos se distribuyen también en menor proporción en algunas de las laderas que se ven al poniente. Aquí encontramos una gradación, que va desde aquellos que muestran una mayor evidencia de lavado, los luvisoles férricos y acrisoles órticos, localizados en la zona más afectada por la neblina y en la que generalmente no hay época de sequía, hasta los luvisoles vérticos menos lavados en las laderas de sotavento (en la parte menos húmeda de las alturas serranas).

Esta notable gradación se observa también en la vegetación que va desde los bosques mesófilos, precisamente donde abundan los suelos más lavados, pasa por los bosques de pino, un poco más altos y frescos y termina en los enclaves del poniente. La correlación que hay en la distribución de los suelos rojos muy lavados y el bosque mesófilo no es muy estrecha, ya que en las terrazas laterales de la gran ladera de barlovento, encontramos los mismos suelos rojos y sobre ellos

el bosque tropical subcaducifolio (*Ibid.*).

En Zacualtipán, Hgo., la accidentada topografía afecta la profundidad del suelo, que va desde somero hasta muy profundo. En algunos lugares existen afloramientos de roca madre, y en sitios con pendientes superiores al 100% los derrumbes son constantes. Esporádicamente se encuentran rocas de tamaño considerable en la superficie, presumiblemente acarreadas de los sitios altos (*Ehnis, op. cit.*).

La superficie del suelo se encuentra cubierta por una capa de hojarasca cuya profundidad varía desde 2 hasta más de 10 cm. Su composición varía de un lugar a otro dependiendo de las asociaciones forestales, pero dominan las hojas de haya. 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 profundidad. El porcentaje de arena disminuye con la profundidad y el contenido de arcilla aumenta. La proporción de limo no guarda relación con el factor mencionado (*Ibid.*).

Para la región de Hueytamalco, Pue., García (1982, *op. cit.*) informa que los suelos encontrados, se clasificaron dentro del orden Inseptisol.

2.5.5 Clima

En Gómez Farías, Tamps. no hay datos precisos sobre el clima del bosque mesófilo. Se conocen datos dispersos de habitantes del lugar y de autores que han permanecido en la localidad haciendo observaciones de este tipo. Así, por ejemplo en 1954 se registró durante 330 días una temperatura media de 19.4 °C y una precipitación entre 2 000 y 2 500. En 1958, se obtuvo durante 47 días una temperatura promedio de 20.4 °C. La fórmula climática según García (1988) sería C fc (Puig y Bracho, 1987).

De acuerdo a la clasificación de Köeppen modificada por García, el clima para Zacualtipán es Cb (f) (e) gw (García, 1988).

Para Teziutlán, Pue., el clima que se conoce es del tipo Cb (fm) (i')gw" (García, *op. cit.*).

2.5.6 Vegetación

En la localidad Casa de Piedra, Tamps., el rodal de *Fagus* se encuentra asociado con las siguientes especies: *Carpinus caroliniana*, *Podocarpus reichei*, *Pinus estevezi*, *Magnolia schiedeana*, *Clethra pringlei*, *Abies vejari*, etc.

En Zacualtipán, Hgo., el bosque de hayas está compuesto por: *Fagus mexicana*, y como codominantes se encuentran *Magnolia schiedeana*, *Clethra macrophylla*, y especies de *Quercus*. El sotobosque es muy escaso, apareciendo en el estrato arbustivo principalmente *Eugenia capuli*, *Ocotea kloitschiana*, y *Cestrum benthami*, y en el estrato herbáceo los géneros: *Miconia*, *Elaphoglossum* y *Deppea* (Ehnis, *op. cit.*).

En Teziutlán, Pue., García (1982, *op. cit.*) dice que las especies dominantes son: *Liquidambar styraciflua*, *Nyssa sylvatica*, *Carpinus caroliniana*, *Tilia mexicana*, *Ternstroemia pringlei*, *Fagus mexicana*, *Ostrya virginiana*, *Oreopanax xalapensis*, *Bocconia arborea*, *Cornus disciflora*, *Myrica mexicana*; y los géneros: *Meliosma*, *Podocarpus* y *Weinmannia*. Sin embargo, en los recorridos efectuados durante este trabajo se observó, que la vegetación nativa ha sido removida, y en su lugar hay diversos cultivos, así como cierto desarrollo de actividad ganadera. Los pocos ejemplares de *Fagus* que se encuentran en la zona, están en lugares de pendiente muy pronunciada y en cañadas de difícil acceso. Sobresalen algunos ejemplares de *Liquidambar styraciflua*, *Befaria laevis*, *Magnolia schiedeana*, *Alnus* spp y *Quercus* spp.

2.5.7 Fauna

En Gómez Farías, Tamps., se menciona que, como reflejo de la vegetación, la fauna también es muy variada como consecuencia de la mezcla de las especies neárticas y neotropicales. En el bosque tropical subcaducifolio concurren especies como el jaguar, el cabeza de viejo y el temazate. El temazate y el jaguar sin embargo, también habitan en el bosque mesófilo en las partes más bajas de su extensión (Sosa, *op. cit.*).

Ehnis (*op. cit.*) menciona que en Zacualtipán, Hgo., se encuentran: el armadillo, tejón, mapache, zorra, conejo, ardilla, pericos, palomas, codornices, pájaros carpinteros, chuco, calandria, águila real y diversas especies de serpientes. También los ejidatarios mencionan la existencia de un ave del tamaño de un guajolote, que llega al bosque de *Fagus* en el otoño y parte en primavera, "el vaquero", el cual es de interés alimenticio.

También en Zacualtipán, Hgo., los ejidatarios consideran importante al "escorpión", un reptil semejante a una lagartija de color amarillo y manchas negras, de movimientos lentos. Los ejidatarios lo consideran "ponzoñoso" y alivian su mordedura usando "guaco" (*Aristolachia* spp.), en una infusión preparada para ser ingerida.

En Teziutlán, Pue., los habitantes mencionan la presencia de zorrillo, armadillo y serpientes venenosas. En ésta localidad sólo se observaron huellas de liebre.

2.5.8 Actividades Humanas

En Gómez Farías, Tamps., la tenencia de la tierra se basa en la conformación de ejidos, así como la pequeña propiedad. La porción mayor de la población humana se compone de ejidatarios y sus familias que viven de la agricultura de subsistencia, la caza y la recolecta de productos silvestres. Pequeñas operaciones periódicas de tipo forestal proporcionan ingresos complementarios. La forma más común de agricultura es la milpa de temporal, por lo que pequeñas áreas de bosque son taladas y quemadas para crear lotes cultivables, en donde se siembra maíz, frijol y calabaza; después de pocos años de uso, el área es abandonada por la pérdida de fertilidad y el crecimiento de malezas y arbustos resistentes a la quema (Sosa, *op. cit.*).

La ganadería está poco desarrollada y generalmente se destina al autoconsumo; se limita a aves domésticas y puercos ya que sólo algunas familias poseen vacas y unas pocas mantienen rebaños de cabras. El ganado caballar, especialmente burros y mulas, es común ya que se usa como medio de transporte para llevar carga (*Ibid.*).

En la región se localizan minas de barita abandonadas. La explotación forestal que existe no es intensiva; el alto costo de la extracción, debido al acceso extremadamente difícil, limita la cosecha forestal a maderas de encino, pino y liquidambar, principalmente, y volúmenes reducidos de corrientes tropicales. Además de la explotación comercial, los ejidatarios realizan cortas para la construcción de sus casas y para la obtención de leña (*Ibid.*).

La región no ha experimentado un desarrollo extenso debido a su difícil acceso y a los terrenos pobres para la agricultura (*Ibid.*).

En Casa de Piedra, Tamps., la superficie ocupada por hayas, es muy atractiva para el paseante, ya que es un terreno con poca pendiente, en el cual hay un arroyo que es visitado con cierta frecuencia por personas que vienen de Ciudad Mante o Ciudad Victoria, que aunque son grupos pequeños, se nota su presencia ya que causan cierto disturbio (basura, pisoteo de renuevo, etc.).

Zacualtipán, Hgo., es una ciudad con actividad comercial; a la fecha cuenta con todos los servicios. Los habitantes laboran en la industria textil y la del calzado, así como en las minas de manganeso de Nonoalco (Ehnis, *op. cit.*).

Los Montes de Zacatlamaya, cerca de Zacualtipán, lugar donde se localiza el bosque de *Fagus*, está en posesión de 84 ejidatarios de "La Mojonera". En los alrededores de este bosque se desarrollan actividades agrícolas; se observan desmontes para la producción de maíz, frijol y calabaza. Hay terrenos dedicados a la producción de frutales, como la manzana y la pera, los cuales producen poca fruta o de tamaño reducido, ya que algunos árboles se encuentran atacados por muerdago o presentan envejecimiento por la poca intervención humana, para dirigir la producción de estos cultivos.

En relación a las actividades forestales de los Montes de Zacatlamaya, Hgo., se observa explotación de madera de *Quercus* spp., *Clethra* spp., y de *Pinus patula*. Sin embargo, este aprovechamiento no se ha retirado de la zona aledaña al hayal, ya que se encuentra en litigio.

En Tlahuelompa, Hgo., lugar donde se fabrican campanas de bronce, se usa carbón para la fundición del metal; parte de éste carbón es suministrado por ejidatarios de "La Mojonera", que los obtienen de *Pinus patula*, aplicando técnicas tradicionales del centro del país, que han sido heredadas de una generación a otra.

El bosque de *Fagus* no se explota desde 1940, año en el que se impuso la veda; sin embargo, por parte de los ejidatarios, existe el interés por iniciar nuevamente esta actividad.

La cría de borregos y cabras pudiera ser importante, ya que el ganado se introduce a pastorear en el bosque de *Fagus*, sobre todo cuando es el año semillero de las especies del género *Quercus*.

Con respecto a las actividades antropogénicas que se desarrollan en Teziutlán, Pue., se observa una situación muy contrastada con las dos localidades anteriores.

La ciudad de Teziutlán presenta gran actividad comercial, ya que, por aquí pasan transportes con gran cantidad de productos agrícolas, ganaderos y del mar, algunos de los cuales se comercializan aquí y otros se trasladan a la Ciudad de México.

El área donde se localizan los árboles de *Fagus*, presenta dos tipos de tenencia: privada y ejidal. La tenencia ejidal ha presentado, durante los últimos siete años, un historial muy conflictivo (según los ejidatarios del municipio de Xiutetelco).

En la carretera Teziutlán, Pue., -Tlapacoyan, Ver., se observan relictos de la vegetación original. Se han producido desmontes por medio de tala e incendio, para la introducción de pastos que alimenten al ganado, principalmente al bovino. Otros desmontes se han efectuado para la introducción de milpa, cultivo de frutas, chile habanero, predominando en la región el cultivo de café, ya sea con árboles de sombra (se utiliza principalmente *Inga* spp.), y en otros sitios donde predomina la neblina, no hay este sombreado. (En este capítulo se dan algunos aspectos de vegetación, fauna y actividades humanas, para tener una visión de los factores que pudieran estar interviniendo en alguna etapa del ciclo de vida de *Fagus* .).

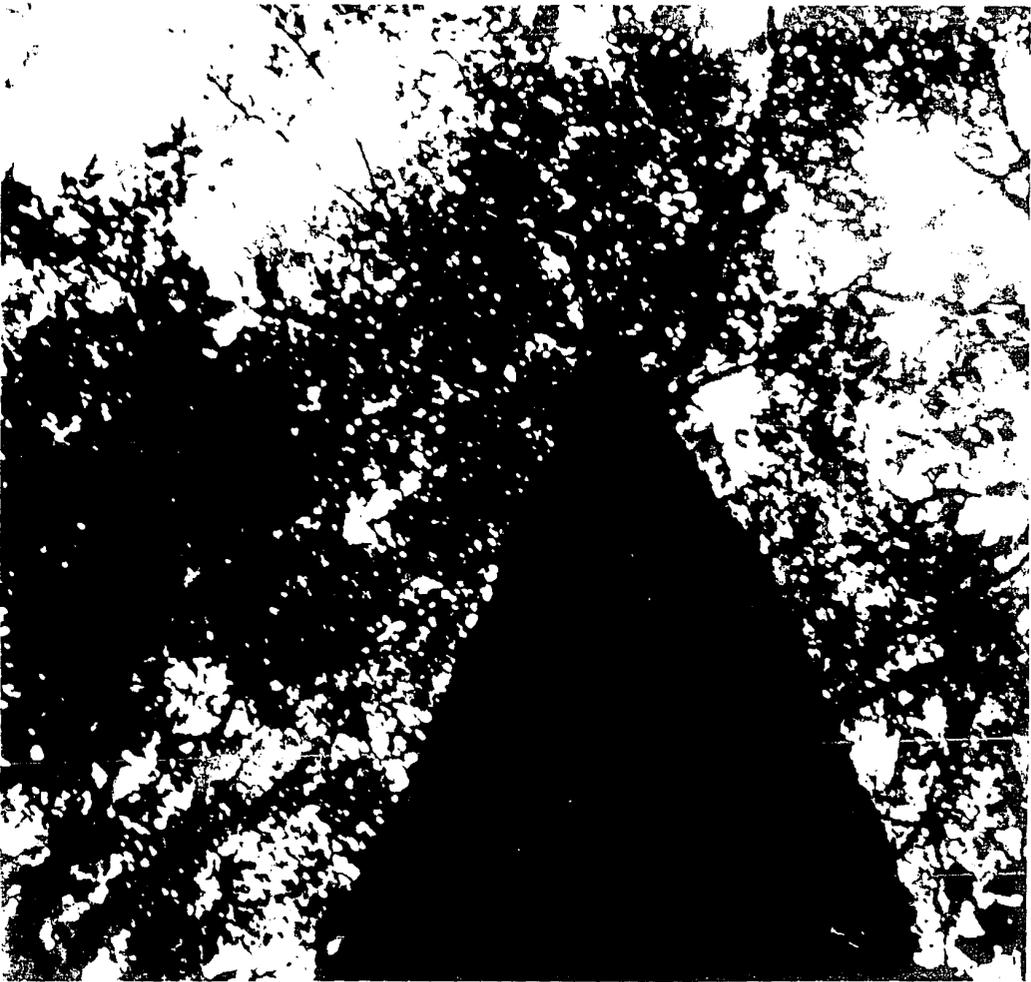


Figura 2. Vista de *Pinus pseudoharrisii* 250, 600/2000
de resolución, unscanned y sin recortar.

3. Materiales, método.



Figura 1. Aspecto de *Parus rufidactylus* con selección
de los polvos transportados por sus alas.

3. Materiales, método.

3.0 Métodos y Materiales

3.1 Categoría Taxonómica

Se consultaron los ejemplares de *Fagus* que se encuentran depositados en los herbarios de las siguientes instituciones: Instituto de Biología, de la Universidad Autónoma de México (MEXU); Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, del Instituto Politécnico Nacional (ENCB); Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIF); División de Ciencias Forestales, de la Universidad Autónoma Chapingo (CHAP); Centro de Botánica, del Colegio de Postgraduados, Chapingo (CHAPA).

Se tomaron medidas cuantitativas de morfología foliar, del fruto y la semilla. Además, se hicieron observaciones de la disposición de la pubescencia en la lámina, de manera cualitativa, ya que no fue posible hacer una apreciación cuantitativa, por no contar con un microscopio estereoscópico con regleta disponible en cada herbario, pues solo se encontró en MEXU.

En total se obtuvieron datos de 52 ejemplares de las siguientes especies:

Cuadro 1. Muestras de material botánico.

E S P E C I E	Región Geográfica	Número de muestras
<i>Fagus mexicana</i> Martínez	MEXICO (1)	32
<i>F. grandifolia</i> Ehrhart	CANADA Y EUA (2)	14
<i>F. sylvatica</i> L.	EUROPA (3)	3
<i>F. orientalis</i> Lipsky	EUROPA (4)	1
<i>F. crenata</i> Blume	ASIA (4)	2
T O T A L		52

De acuerdo a la procedencia designada en la etiqueta de los ejemplares, los datos de las muestras se agruparon en las cuatro regiones geográficas como se indica en el Cuadro 1.

Las unidades taxonómicas operativas (OTU) que se eligieron corresponden a las morfológicas externas (de acuerdo a la clasificación propuesta por Crisci y López (1983), las cuales se han usado más frecuentemente en estudios morfológi-

cos (Hickey, 1973; Romero, *et al.*, *op. cit.*; y Thiébaud, Cugen y Dupré, 1985).

Las OTU elegidas (que en lo sucesivo denominaremos variables), fueron:

ABREVIATURA	NOMBRE DE LA VARIABLE
1. LH	Longitud de la hoja
2. AH	Ancho de la hoja
3. LP	Longitud del pecíolo
4. AI	Ancho de la hoja lado izquierdo
5. AD	Ancho de la hoja lado derecho
6. NDLI	Número de denticillos lado izquierdo
7. NDLD	Número de denticillos lado derecho
8. NNLI	Número de nervaduras lado izquierdo
9. NNLD	Número de nervaduras lado derecho
10. YL	Longitud de la yema vegetativa
11. YA	Ancho de la yema vegetativa
12. IL	Longitud del involucre
13. IA	Ancho del involucre abierto
14. IP	Longitud del pedúnculo del involucre
15. LS	Longitud de la semilla
16. AS	Ancho de la semilla
17. GS	Grueso de la semilla
18. RG	Región Geográfica

Las variables de la 1 a la 17 se midieron con vernier graduado en centímetros y escala mínima en milímetros (Fig. 5). La orientación de las estructuras se consideró tomando en cuenta el haz de la lámina hacia el observador, el ápice de la misma opuesto al mismo, correspondiendo así los lados izquierdo y derecho con los del observador.

Los procedimientos estadísticos que se usaron para analizar el conjunto de datos, fueron los del paquete SAS 1988 versión 5.18. Estos procedimientos fueron: normalidad, análisis de varianza, análisis conglomerado y dendrograma (ver Apéndice B).

(En virtud de que en México no se encontraron los tipos o isotipos de *Fagus mexicana* y *F. grandifolia*, se decidió hacer estos análisis estadísticos. Por otra parte, se obtuvieron: el TOPOTIPO (foto) del Herbario Nacional de EUA (US), y 5 cibacromos de ejemplares enviados por Martínez al Herbario de The Royal Botanic Gardens, Inglaterra (KEH), no se hicieron mediciones de éstos. Se depositaron en: TOPOTIPO y 3 cibacromos en CHAP; y 2 cibacromos en el Herbario de la Facultad de Ciencias UNAM (FCME)).

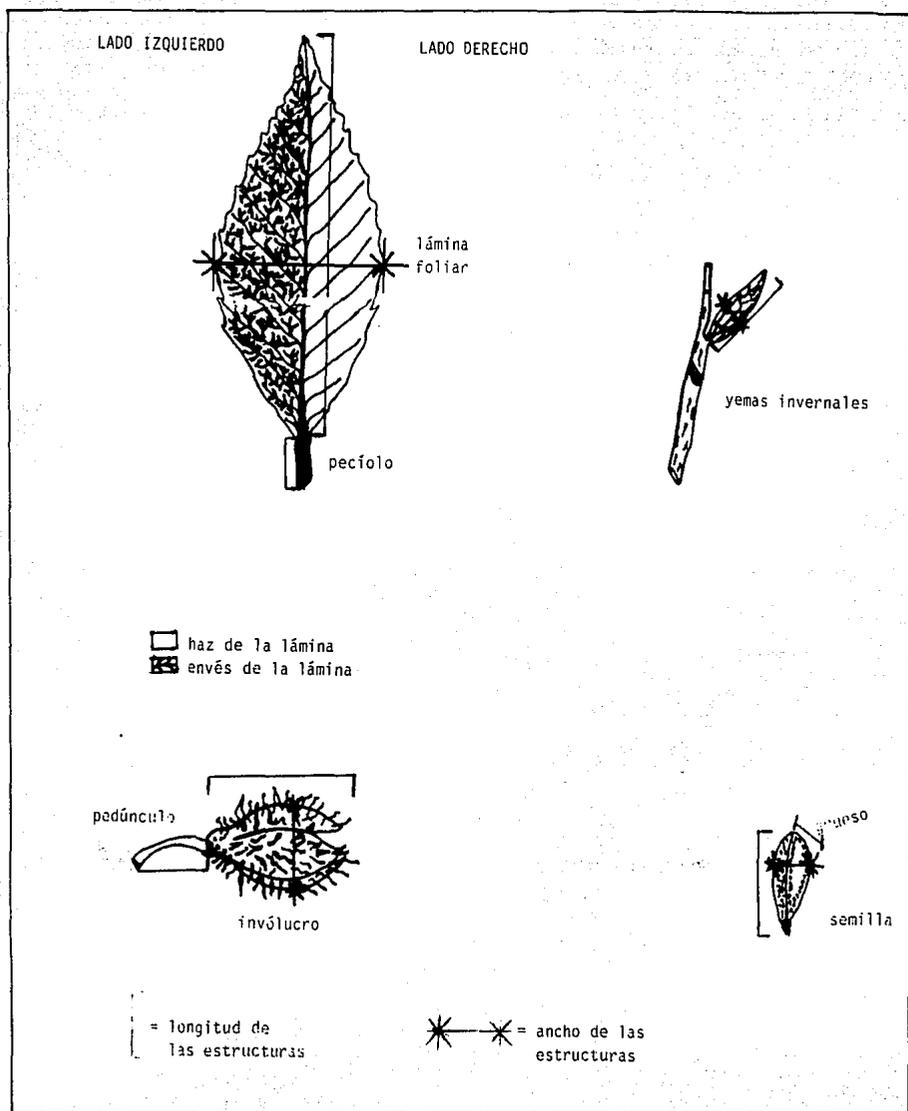


Figura 5. Orientación y toma de medidas para el análisis de las estructuras de *Fagus*.

3.2 Distribución Actual

El muestreo se hizo con base en lo mencionado en la literatura (Bracho y Sosa, *op. cit.*; Ehnis, *op. cit.*; Fox y Sharp, *op. cit.*; Puig, Bracho y Sosa, *op. cit.*; y Puig y Bracho, *op. cit.*), y en los datos de las muestras de herbario. Se hicieron visitas frecuentes a Zacualtipán, Hgo., para determinar las variables que se iban a registrar en cada población. Estas variables se mencionan más adelante y se refieren a características físicas (diámetro, etc) y biológicas (presencia de patógenos, etc.) de cada población.

Se eligieron las localidades más cercanas (por razones económicas) de: Zacualtipán, Hgo.; Teziutlán, Pue.; y Agua Blanca, Hgo.; en este último sitio no se encontró ningún árbol, ya fuera joven o maduro.

Por otra parte, en el herbario ENCB se encontraron ejemplares determinados como *Fagus mexicana* de las localidades de: Río Xilocuautila, Municipio de Huauchinango, Pue. (Colector E. Turra, no. 97; Determinó Rzedowski); Rancho Agua Salada, camino Pahuatlán-Ahila, Pue., (Colector E. Turra, no. 409; Determinó Rzedowski); y Sierra de Guatemala, Gómez Farías (Colectó y Determinó J.R.Sullivan, no. 506). El análisis de éstos ejemplares demostró que los dos primeros eran del género *Alnus* y el último se trataba de *Carpinus caroliniana*.

En el campo, cuando las especies no están en floración o fructificación, tres características dendrológicas permiten diferenciar a las Betulaceae de las Fagaceae de México de Bosque Mesófilo. Las Betulaceae son de talla menor que las Fagaceae; la corteza de *Alnus* es lisa cuando el árbol es joven y de color pardo-grisáceo (gris plumizo), en árboles maduros la corteza es pardo-oscuro (café-oscuro) y ligeramente agrietada. En *Carpinus caroliniana* la corteza es lisa en árboles jóvenes y ligeramente agrietada en individuos inmaduros. El borde de las hojas de las Betulaceae mencionadas es doblemente serrado (ésta característica es importante aún en el análisis en gabinete).

En *Fagus* los árboles jóvenes y los maduros tienen la corteza lisa y el color es pardo-claro (gris-claro); el borde de la lámina es dentado.

Estas circunstancias hicieron reconsiderar los sitios, además de la necesidad de optimizar los recursos financieros. Por esto, se eligieron tres localidades que estuvieran plenamente reconocidas en la literatura, además de contar con

el respectivo respaldo de material de herbario. Estas localidades fueron: Casa de Piedra, Tamps.; Zacualtipán, Hgo.; y Teziutlán, Pue..

3.2.1 Características Dendrológicas, Fenológicas y Silvícolas

Para evitar confusiones en el campo en el reconocimiento del taxón, además de complementar datos de interés forestal, se efectuaron observaciones cualitativas muy generales de los siguientes caracteres (para distinguir a qué concepto se refiere a:

Dendrológico: el carácter que auxilia en la clasificación, nomenclatura y determinación de los árboles y arbustos (Harlow y Harrar, 1958).

Fenológico: aquél que se relaciona con el clima (Rzedowski, 1986).

Silvícola: el que se relaciona con el manejo forestal (Daniel, Helms y Baker, 1982.).

Raíz. Tipo de sistema radicular de los árboles maduros y la superficie que ocupa.

Ectomicorrizas. Cuerpos fructíferos de los hongos que se asocian con las raíces de *Fagus*.

Corteza: Color y textura.

Forma del fuste, hábito de las ramas y forma de la copa. Desde el punto de vista genético y económico, es importante saber el tipo de estructura que presenta el taxón, si presenta buena poda natural, etc..

Fenología vegetativa. Se observó la aparición de yemas y de hojas.

Fenología reproductiva. Aquí se anotó el inicio de la formación de yemas florales, la polinización y fructificación.

Dispersión de las semillas. Se registró la época en que se inicia este proceso.

Germinación. Se hicieron anotaciones de cómo se inicia esto.

Reproducción vegetativa. Este renglón fue importante para saber cómo eran las poblaciones del taxón, es decir si se tenían clones o individuos.

Daños. Se observaron los estragos que causan el fuego y las heladas.

Enfermedades y ataques por insectos. Boudru (1986) dice que *Fagus sylvatica* presenta la enfermedad de la médula roja y la enfermedad del haya; no proporciona qué características se presentan en ambas enfermedades.

Rushmore (1961) menciona que *Fagus grandifolia* presenta daños producidos por el hongo *Nectria coccinea*, y esto permite la entrada del insecto *Cryptococcus fungi*.

De acuerdo a estos antecedentes se evaluó: la raíz, corteza, fuste, además de registrar si había otras plagas, en los órganos ya mencionados.

3.3 Muestreo de las Poblaciones

Krebs (1978) establece que los parámetros de la población vinculados con la abundancia, son de forma horizontal: la natalidad, la densidad y la mortalidad; y de manera vertical: la inmigración, la densidad y la emigración. Entonces el parámetro central que interesa para determinar si *Fagus* es un taxón amenazado o en peligro de extinción, es la densidad.

La densidad puede conocerse de manera absoluta o relativa [*Ibid.*]. En este trabajo se pretendió conocer de manera absoluta este parámetro, ya que se necesita saber cómo se está afectando al taxón en su abundancia.

El método que se utilizó fue el conteo total (que se usa sobre todo en los censos de población humana), para las tres localidades, dado que el terreno donde se encuentra *Fagus* es de tenencia ejidal. Como estas se encontraban muy distantes entre sí no se marcaron cuadrantes, por lo que se optó por marcar con pintura roja en aerosol cada árbol y después hacer una estimación del área que quedaba marcada. Esta forma fue la más práctica, económica y que no causó molestia entre los ejidatarios, ya que si se hubieran colocado los cuadrantes hubiera resultado más costoso e impráctico.

Krebs [*op. cit.*] explica que dos variables diferencian a los individuos en las poblaciones: sexo y edad. *Fagus* es un género de árboles unisexuales; por otra parte, la edad es un parámetro difícil de estimar, ya que se requería hacer un estudio dendrocronológico a cada árbol. Por lo tanto, las variables más importantes a nivel silvícola que se eligieron fueron:

1. Diámetro basal (D1). Esta variable se consideró importante, ya que con ella se incluían todos los individuos del taxón.

2. Diámetro a la altura del pecho (D2). Esta medición al igual que la anterior se efectuaron con cinta diamétrica. En árboles que no tenían contrafuertes se tomó a 1.3 m de altura, aproximadamente. En árboles que crecen en pendiente se midió dando la espalda a la misma. Cuando los árboles desarrollan contrafuertes, se tomó la medida arriba de la altura donde el fuste presentaba un aspecto cilíndrico más homogéneo.

3. Altura total (ALT). El registro de esta variable se hizo con un hipsómetro Blume-Leiss, usando los criterios que se mencionan en Anónimo, 1977.

4. Cobertura con exposición este (COB). Se estimó con ayuda de una cinta métrica de 20 m, tomando como punto de origen la base del tronco y extendiendo la cinta en dirección este.

De cada una de estas variables de interés forestal se analizaron los estadísticos centrales (media, moda, etc.) y los de dispersión (varianza, desviación estándar, etc.); aquí también se utilizó el paquete SAS 1988 versión 5.18. El procedimiento que se usó fue el de normalidad (Apéndice B).

En Casa de Piedra, Tamps., el conteo de los individuos fue total y se efectuó en una superficie aproximada de 3 hectáreas.

En Zacualtipán, Hgo., el conteo no fue total. En principio se pretendió hacerlo, pero, por falta de financiamiento, se cubrió una área de 12 hectáreas aproximadamente.

Ehnis (*op. cit.*) hizo un muestreo del taxón en una propiedad privada en Teziutlán, Pue., por lo que nuestro trabajo se concretó a hacer el censo fuera de esta área. Así, se obtuvo el número general de individuos que se encuentran en el ejido Hueytamalco y en el de Xiutetelco. El conteo se efectuó del Km 9 al 12 de la carretera Teziutlán, Pue.-Tlapacoyan, Ver.. Se estima que se buscó al taxón en una superficie de 30 hectáreas.

3.3.1 Estado Fitosanitario de cada Población

Para definir el estado fitosanitario de cada árbol se observaron los daños más frecuentes que se presentaban en cada individuo. El origen de estos puede ser físico o biológico, y se mencionan a continuación.

Variables físicas

1. Presencia de bifurcación: antes de 1.3 m (1); después de 1.3 m (2).
2. Fuste con daños (FD); en la corteza (A); en la base (B); a otra altura (A); mal enraizado (D); derribado pero enraizado (E); por caída de otro árbol (F); - fuego (G); rayo (H); tocón con brotes (I).
3. Mala conformación en el fuste (MCF): pérdida de la punta principal (A); mala poda (B); conformación tortuosa (C).

Variables bióticas

4. Enfermedad de la corteza (EFC): leve (1) o grave (2).

5. Pudrición de la médula (PM): leve (1) o grave (2).

6. Daño en los ápices, yemas vegetativas o ramas jóvenes, en árboles de 0.5 a 10 m de alto (APD). Se observó cada árbol y se determinó visualmente el daño en cada uno, haciendo una estimación del porcentaje del tallo superior o copa del mismo que se encontraba dañado. Se usó una escala porcentual que va del 0.1 al 0.9, considerando que 1.0 es un individuo dañado totalmente y está muerto.

7. Presencia de hongos (HON); poliporáceos (1); cáncer (2).

El procedimiento usado para cuantificar estas variables fue el de frecuencias del paquete estadístico SAS 1988, versión 5.18 (Apéndice B).



Figura 0. Fuego provocado en el km 9 de la carretera Teziutlán,
Puebla.-Tlapacoyán, Veracruz (mayo 1999).

4. Resultados

4.0 Resultados

4.1 Categoría Taxonómica (Relaciones Fenéticas)

Las pruebas de normalidad realizadas para las cuatro regiones geográficas proporcionan la siguiente información:

En la región geográfica 1 México, las variables de morfología foliar (LH, AH, LP, ALI, ALD, NDLI y NDLD) y las de las yemas vegetativas (YL, YA), mostraron valores pequeños del estadístico D (de 0.08 a 0.12) por lo que se acepta la hipótesis nula, es decir, la muestra tiene una distribución normal. Las variables del invólucro, y las de las semillas (IL, IA, IP; LS, AS y GS), también tienen una distribución normal (se acepta la hipótesis nula), ya que los valores del estadístico W son cercanos a 1.0 (van de 0.69 a 0.98).

Con respecto a los estadísticos descriptivos los caracteres analizados se comportaron como se menciona a continuación (intervalos de confianza $\bar{X} \pm 1.96 \frac{S}{\sqrt{n}}$, al 0.05 de probabilidad):

La longitud de las hojas de *Fagus* para México, es de 8.69 ± 0.33 cm; el ancho de las mismas es de 3.49 ± 0.14 cm; el pecíolo mide 0.42 ± 0.02 cm; presentan ligera asimetría; el ancho del lado izquierdo es de 1.72 ± 0.06 cm y el del derecho es de 1.73 ± 0.06 cm. El número de denticillos a ambos lados es similar tanto en el lado izquierdo (10.48 ± 0.43) como en el derecho (10.41 ± 0.41), pero son más variables las denticulaciones del lado izquierdo (C.V. $\frac{NDLI}{\bar{X}} = 29.37\%$). El número de nervaduras a ambos lados es casi igual, en el lado izquierdo es de 13.01 ± 0.35 y en el derecho es de 12.90 ± 0.35 (también aquí el lado izquierdo tiene un valor con más variación, que el derecho, ya que C.V. = 19.75%).

Las yemas vegetativas tienen un largo de 0.82 ± 0.08 cm y su ancho es de 0.20 ± 0.009 cm

Los invólucros tienen una longitud de 1.45 ± 0.16 cm y el ancho es de 0.94 ± 0.14 cm.

Las nueces trígonoas tienen de largo 1.42 ± 0.06 cm, ancho 0.62 ± 0.04 cm y grueso de 0.22 ± 0.04 cm.

La variabilidad de las características estudiadas es muy amplia, ya que los coeficientes de variación son altos. El carácter más estable es el largo de la semilla (C.V. = 9.5%), y el de mayor variación es la longitud de las yemas vegetativas (C.V. = 55.65%). Las causas de la variación no se pueden precisar, ya que no forman parte de los objetivos del presente trabajo. Sin embargo, se puede conje-

turar que ésta se deba al crecimiento y desarrollo de los caracteres durante el transcurso del año, ya que las muestras botánicas de *Fagus* que están depositadas en los herbarios son de diferentes fechas. (Esto es válido, ya que el muestreo debe hacerse en todas las etapas del ciclo biológico de los individuos, según señala la escuela feneticista (Crisci y López, *op. cit.*) (Cuadro 2).

Por otra parte, se obtuvo el cálculo y gráfica del Índice foliar. Este indicador fue usado por Tanaí (1974) para hacer comparaciones entre especies de *Fagus* vivientes y fósiles. Este índice se obtiene de la siguiente ecuación:

$$\frac{\text{largo de la hoja}}{\text{ancho de la hoja}} \times 100 = \text{Índice Foliar (IF)}$$

Aquí este cálculo se hizo del valor promedio del largo de la hoja, y del valor promedio del ancho de la misma.

Para el grupo de *Fagus grandifolia* el IF es de 206; para el de *Fagus sylvatica* es de 149; y para el de *Fagus longipetiolata* es de 189 (Tanaí *op. cit.*, obtuvo estos índices a partir del análisis de 100 hojas, mientras que en esta región geográfica se tuvieron 201 observaciones para el cálculo del IF).

Para México el IF de *Fagus* es de 249, lo que la coloca dentro del grupo de *Fagus grandifolia*, pero se encuentra en el extremo del límite superior, ya que hay una diferencia de 43 unidades (Figura 6).

En la región geográfica 2 Canadá-EUA tuvo los siguientes valores de normalidad:

Los caracteres de morfología foliar (LH, AH, LP, ALI, ALD, NDLI, NDLD, NNLI, y NNLD) tuvieron una distribución normal (se aceptó la hipótesis nula ya que los valores del estadístico D van de 0.05 a 0.12); al igual que las yemas vegetativas (YL, YA), los del involucre (IL, IA e IP) y los de la semilla (LS, AS y GS) (se aceptó la hipótesis nula ya que los valores del estadístico W van de 0.69 a 0.98).

En los estadísticos descriptivos se obtuvo la siguiente información (intervalos de confianza $\bar{x} \pm 1.96 \frac{S}{\sqrt{x}}$ al 0.05 de probabilidad):

Las hojas de *Fagus grandifolia* tienen de largo 7.19 ± 0.37 cm, ancho de 3.56 ± 0.25 cm; el pecíolo es de 0.49 ± 0.04 cm de largo. Las hojas presentan una ligera asimetría a lo ancho, el lado izquierdo tiene 1.77 ± 0.14 cm y el derecho es de 1.79 ± 0.12 cm de ancho. Los dentecillos del lado izquierdo son 9.14 ± 0.51 y los

Cuadro 2. Análisis de normalidad y estadísticos descriptivos para Fagua de México

Variables (unidades)	n	\bar{x}	S	σ	$\frac{S}{\bar{x}}$	C. V.	Valores		probabilidad normal
							mínimo	máximo	
L H (cm)	201	8.69	2.44	5.96	0.17	29.10	3	19	D=0.05
A H (cm)	201	3.49	0.94	0.89	0.07	27.03	1.4	6	D=0.05
L P (cm)	201	0.42	0.14	0.02	0.01	34.93	0.15	0.8	D=0.07
ALT (cm)	201	1.72	0.46	0.21	0.03	26.92	0.6	3	D=0.07
ALID (cm)	201	1.73	0.50	0.25	0.03	29.14	0.6	3.7	D=0.10
NDLI (no.)	201	10.48	3.08	9.48	0.22	29.37	4	19	D=0.08
NDLD (no.)	201	10.41	2.97	8.84	0.21	28.55	4	18	D=0.09
NNLI (no.)	201	13.01	2.57	6.60	0.18	19.75	7	19	D=0.11
NNLD (no.)	201	12.90	2.51	6.28	0.18	19.43	8	19	D=0.11
Y L (cm)	127	0.82	0.46	0.21	0.04	55.65	0.08	2.04	D=0.12
Y A (cm)	127	0.20	0.06	0.004	0.005	33.17	0.02	0.38	D=0.08
I L (cm)	18	1.45	0.32	0.11	0.08	22.57	0.8	2	W=0.97
I A (cm)	17	0.94	0.31	0.09	0.07	32.91	0.53	1.5	W=0.84
I P (cm)	17	1.35	0.55	0.30	0.13	40.64	0.90	3.17	W=0.69
L S (cm)	14	1.42	0.13	0.02	0.03	9.50	1.07	1.6	W=0.91
A S (cm)	14	0.62	0.08	0.01	0.02	13.15	0.45	0.78	W=0.98
G S (cm)	14	0.22	0.07	0.004	0.02	29.49	0.15	0.35	W=0.83

n = número de observaciones

 \bar{x} = media aritmética

S = desviación estándar

 σ^2 = varianza $\frac{S}{\bar{x}}$ = desviación estándar de la media

C. V. = coeficiente de variación

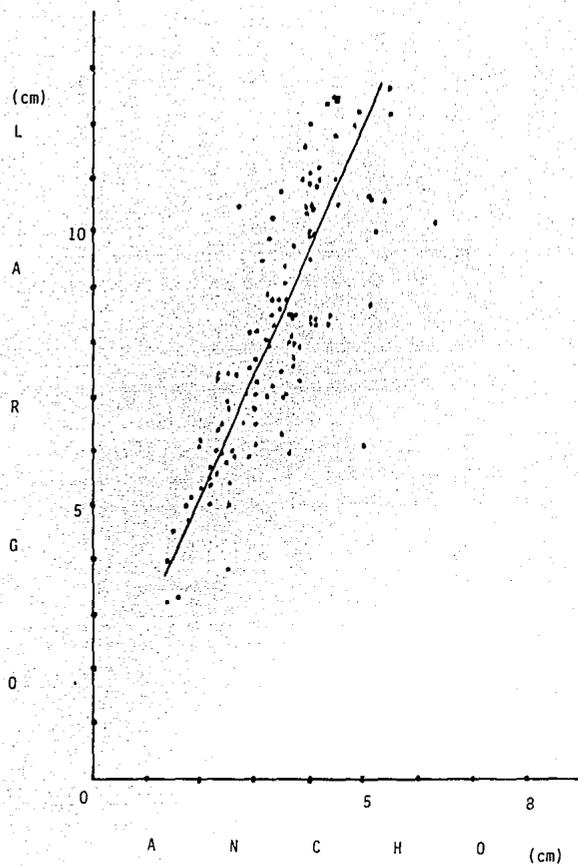


Figura 6. Índice foliar de 120 valores de *Fagus* de México.

del lado derecho son 9.28 ± 0.51 . El número de nervaduras del lado izquierdo es de 12.19 ± 0.39 y las del derecho son 11.19 ± 0.41 .

Las yemas vegetativas tienen una longitud de 0.57 ± 0.08 cm, el ancho es de 0.20 ± 0.02 cm.

Los involucros tienen de largo 1.52 ± 0.08 cm, el ancho es de 0.64 ± 0.04 cm y el largo del pedúnculo es de 0.86 ± 0.06 cm.

Las dimensiones de las semillas son: largo 1.32 ± 0.06 cm, ancho 0.74 ± 0.08 cm y grueso 0.4 ± 0.08 cm.

El carácter más variable fue la longitud del pecíolo (C.V. = 41.36%) y el que menos variación tuvo fue la longitud de la semilla (C.V. = 8.28%) (Cuadro 3).

El IF obtenido experimentalmente es de 201.96 casi 202, el IF que menciona Tanai (*op. cit.*) para *Fagus grandifolia* es de 206, hay una diferencia de 4 unidades.

En la región geográfica 3 Europa, se unieron los datos de *Fagus orientalis* y de *Fagus sylvatica*, por su misma ubicación, además de que no se contó con suficientes ejemplares como para analizarlos por separado. Los datos deben verse con cierta reserva en la comparación, pero se tomaron como referencia o aproximación.

En cuanto a la prueba de normalidad, casi todos los caracteres presentaron bajos valores del estadístico W, por lo que tienen valores con distribuciones diferentes de la normal (se acepta la hipótesis alterna); con excepción de la longitud del pecíolo ($W=0.69$) y la longitud de las yemas ($W=0.75$), que sí presentan valores con distribución normal.

Por lo anterior sólo se presenta la descripción que resulta de la interpretación de los estadísticos $\bar{X} \pm 1.96 \frac{S_x}{x}$ (al 0.05 de probabilidad).

Las hojas tienen de largo 6.41 ± 0.33 cm, el ancho es de 3.90 ± 0.25 cm y el pecíolo es de 0.49 ± 0.09 cm de largo. El ancho es ligeramente asimétrico, siendo el lado derecho mayor (1.94 ± 0.18 cm) que el izquierdo (1.91 ± 0.14 cm). En cuanto al número de dientecillos en ambos lados casi simétrico (en el izquierdo son 8.24 ± 0.98 y en el derecho 7.92 ± 0.80). El número de nervaduras secundarias a ambos lados casi es igual (en el izquierdo 8.6 ± 0.65 y en el derecho 8.16 ± 0.59).

Las yemas vegetativas tienen de largo 1.51 ± 0.31 cm, y de ancho 0.39 ± 0.08 cm.

Los involucros tienen una longitud de 1.70 ± 0.18 cm, el ancho es de 0.39 ± 0.08 cm y un pedúnculo con largo de 1.91 ± 0.19 cm (Cuadro 4).

Quadro 3. Análisis de normalidad y estadísticos descriptivos para Fagus de Canadá-EUA

Variables (unidades)	n	\bar{x}	S	G	S $\frac{2}{x}$	C. V.	Valores		probabilidad normal
							mínimo	máximo	
L H (cm)	72	7.19	1.66	2.76	0.19	23.09	3.6	10.6	D=0.02
A H (cm)	72	3.56	1.08	1.17	0.13	30.35	1.2	6.3	D=0.15
L P (cm)	72	0.49	0.20	0.04	0.02	41.36	0.05	0.96	D=0.15
ALI (cm)	72	1.77	0.60	0.36	0.07	34.06	0.50	3.4	D=0.01
ALD (cm)	72	1.79	0.56	0.31	0.06	31.07	0.50	3.1	D=0.01
NDLI (no.)	72	9.14	2.18	4.74	0.26	23.82	3	13	D=0.01
NDLD (no.)	72	9.28	2.19	4.79	0.26	23.60	5	14	D=0.01
NNLI (no.)	72	12.19	7.24	3.08	0.20	15.69	8	15	D=0.01
NNLD (no.)	72	11.19	1.75	3.08	0.21	15.70	6	15	D=0.01
Y L (cm)	39	0.57	0.22	0.05	0.04	38.99	0.25	1	W=0.03
Y A (cm)	39	0.20	0.06	0.003	0.009	50.18	0.10	0.32	W=0.02
I L (cm)	27	1.52	0.22	0.05	0.04	14.87	0.85	1.9	W=0.42
I A (cm)	27	0.64	0.12	0.01	0.02	19.52	0.4	1	W=0.44
I P (cm)	27	0.86	0.16	0.03	0.03	19.13	0.6	1.2	W=0.38
L S (cm)	10	1.32	0.11	0.01	0.03	8.28	1.15	1.52	W=0.99
A S (cm)	10	0.74	0.13	0.02	0.04	17.55	0.57	0.91	W=0.32
G S (cm)	10	0.40	0.12	0.01	0.04	29.47	0.23	0.65	W=0.37

n = número de observaciones

\bar{x} = media aritmética

S = desviación estándar

G = varianza

$S\frac{2}{x}$ = desviación estándar de la media

C.V. = coeficiente de variación

Cuadro 4. Análisis de normalidad y estadísticos descriptivos para *Fagus de Europa*

Variables (unidades)	n	\bar{x}	S	σ	$S_{\bar{x}}$	C. V.	Valores mínimo	máximo	probabilidad normal
L H (cm)	25	6.41	0.86	0.74	0.13	13.44	4.8	8	W=0.31
A H (cm)	25	3.90	0.63	0.40	0.13	16.19	3	5.5	W=0.08
L P (cm)	25	0.49	0.26	0.07	0.05	52.57	0.05	0.98	W=0.69
ALI (cm)	25	1.91	0.35	0.12	0.07	18.39	1.2	2.5	W=0.03
ALD (cm)	25	1.94	0.45	0.20	0.09	23.10	1.4	3	W=0.02
NDLI (no.)	25	8.24	2.49	6.19	0.50	30.19	5	14	W=0.09
NDLD (no.)	25	7.92	2.04	4.16	0.41	25.75	5	12	W=0.11
NHLI (no.)	25	8.6	1.66	2.75	0.33	19.28	6	11	W=0.01
NNLD (no.)	25	8.16	1.52	2.31	0.30	18.61	6	11	W=0.01
Y L (cm)	5	1.51	0.37	0.14	0.16	24.45	0.95	1.91	W=0.75
Y A (cm)	5	0.39	0.10	0.009	0.04	24.92	0.27	0.48	W=0.14
I L (cm)	13	1.70	0.34	0.11	0.09	19.79	1.14	2.1	W=0.11
I A (cm)	13	0.81	0.40	0.16	0.14	49.43	0.55	1.8	W=0.01
I P (cm)	13	1.91	0.28	0.08	0.10	14.50	1.6	2.5	W=0.22

n = número de observaciones

\bar{x} = media aritmética

S = desviación estándar

σ = varianza

$S_{\bar{x}}$ = desviación estándar de la media

C. V. = coeficiente de variación

El IF experimental es de 164, el obtenido por Tanai (*op. cit.*), para el grupo de *Fagus grandifolia*, es de 149, hay una gran diferencia de 15 unidades.

Con respecto a *Fagus crenata* de la región geográfica 4 Asia, también los valores de los caracteres tuvieron una distribución diferente de la normal (se acepta la hipótesis alternativa), ya que el estadístico W resultó con valores pequeños, excepto la longitud del pecíolo ($W=0.76$). También estos datos son una aproximación en la comparación.

La siguiente descripción se da con base en los estadísticos $\bar{X} + 1.96 \frac{S}{x}$ al 95% de probabilidad.

Las hojas de *Fagus crenata* tienen un largo promedio de 5.74 ± 1.35 cm el ancho es de 3.27 ± 0.70 cm, la longitud del pecíolo es de 0.58 ± 0.09 cm. Son ligeramente asimétricas, el lado izquierdo es un poco más grande (1.63 ± 0.37 cm) que el derecho (1.59 ± 0.41 cm). Los denticillos redondeados de esta especie se distribuyen como sigue: el lado izquierdo tiene 9.7 ± 1.27 y el derecho 10 ± 2.04 dientes. El número de nervaduras secundarias en ambos lados es casi simétrico (en el izquierdo 9.4 ± 0.59 y en el derecho 9.3 ± 0.72).

Las yemas vegetativas tienen las siguientes dimensiones: 1.49 ± 0.98 cm de largo y 0.05 ± 0.06 cm de ancho.

El carácter más variable resultó ser el ancho de las hojas del lado derecho (C.V. = 41.02%) y el menos variable fue la longitud de las yemas vegetativas -- (C.V. = 7.27%) (Cuadro 5).

El IF obtenido es de 175, y el que obtuvo Tanai (*op. cit.*) es de 164, hay una diferencia de 11 unidades.

Análisis de Varianza. En este análisis (prueba de F) de las muestras de *Fagus* procedentes de cuatro regiones geográficas, se incluyeron nada más las variables de morfología foliar, ya que fueron las que tuvieron el mayor número de observaciones.

Esta prueba mostró altas diferencias significativas para el largo de la hoja, la longitud del pecíolo, el número de denticillos del lado izquierdo y derecho, y el número de nervaduras secundarias del lado izquierdo y derecho (estas variables fueron significativas al 99.99% de probabilidad excepto la longitud del pecíolo que resultó significativa al 99.81%).

Cuadro 5. Análisis de normalidad y estadísticos descriptivos para *Fagus de Asia*

Variables (unidades)	n	\bar{x}	S	G	$\frac{S}{x}$	C. V.	V a l o r e s		probabilidad normal
							mínimo	máximo	
L H (cm)	10	5.74	2.19	4.80	0.69	38.19	3.3	8.5	W=0.03
A H (cm)	10	3.27	1.14	1.30	0.36	34.84	1.7	5	W=0.51
L P (cm)	10	0.58	0.15	0.02	0.05	26.79	0.32	0.8	W=0.76
ALI (cm)	10	1.63	0.61	0.38	0.19	37.71	0.7	2.5	W=0.47
ALD (cm)	10	1.59	0.65	0.42	0.21	41.02	0.7	2.7	W=0.61
NDLI (no.)	10	9.7	2.06	4.23	0.65	21.21	7	13	W=0.28
NDLD (no.)	10	10	3.30	10.88	1.04	32.99	6	16	W=0.32
RNLI (no.)	10	9.4	0.97	0.93	0.30	10.28	7	10	W=0.01
RNLD (no.)	10	9.3	1.16	1.34	0.37	12.47	8	11	W=0.15
Y L (cm)	5	1.49	0.11	0.01	0.05	7.27	1.4	1.66	W=0.31
Y A (cm)	5	0.05	0.06	0.003	0.03	11.91	0.42	0.56	W=0.56

n = número de observaciones

\bar{x} = media aritmética

S = desviación estándar

G = varianza

$\frac{S}{x}$ = desviación estándar de la media

C. V. = coeficiente de variación

El análisis de varianza del ancho de la hoja y la asimetría del ancho de la misma no mostraron ninguna diferencia.

El coeficiente de variación más bajo es para el número de nervaduras del lado derecho (C.V.= 18.77%), y el más alto es para la longitud del pecíolo (C.V.= 38.51%) (Cuadro 6).

Comparación Múltiple de Duncan. Esta especificación del análisis de varianza para las nueve variables de morfología foliar, presentó los siguientes resultados:

Largo de la hoja. La agrupación formada en el análisis de esta variable es Canadá, EUA-Europa, mientras que México y Asia son diferentes entre ellas y el grupo (la significación es del 95% de probabilidad).

Ancho de la hoja. En esta variable se obtuvieron dos agrupaciones: Europa-Canadá, EUA-México; el siguiente grupo es México-Asia (la significación de ambos grupos es al 95% de probabilidad).

Ancho del lado izquierdo. En el análisis de este carácter se formó un solo grupo: Europa-Canadá, EUA-México-Asia, es decir, no hay diferencias en la dimensión de esta variable (esto es significativo al 95% de probabilidad).

Ancho del lado derecho. Se formaron dos agrupaciones: la primera es Europa-Canadá, EUA-México, y la otra es Canadá, EUA-México-Asia (ambas son significativas al 95% de probabilidad).

Longitud del pecíolo. La primera agrupación es la formada por Asia-Europa-Canadá, EUA. La segunda es Europa-Canadá, EUA-México (ambas con 95% de probabilidad).

Número de dientecillos del lado izquierdo. También aquí encontramos dos agrupaciones: México-Asia-Canadá, EUA, y la de Asia-Canadá, EUA-Europa (con una significación del 95% de probabilidad).

Número de dientecillos del lado derecho. El análisis de este carácter dió dos grupos: México-Asia-Canadá, EUA, y Canadá, EUA-Europa (la probabilidad significativa es del 95%).

Número de nervaduras del lado derecho. Sólo se obtuvo una agrupación. La muestra de *Fagus* de México se mantuvo independiente como *F. grandifolia* de Canadá, EUA. Solamente se unió Asia-Europa (esta agrupación es significativa al 95% de probabilidad).

En suma, se tiene que para *Fagus* de México, el largo de la hoja y el número

de nervaduras del lado derecho presentaron diferencias, comparadas con las otras regiones.

Fagus de México se enlaza comparativamente con *F. grandifolia* de Canadá-EUA, en el ancho total de la hoja, ancho del lado derecho, longitud del pecíolo y número de nervaduras del lado izquierdo.

Fagus de México es semejante a *F. crenata* de Asia en el número de estructuras que se encuentran a ambos lados de la lámina (Cuadro 7).

Análisis Dendrograma. Del análisis de nueve variables de morfología foliar, se obtuvieron tres conglomerados: el primer conjunto lo forman *Fagus* de México con *F. grandifolia* de Canadá, EUA; el segundo es el de *F. grandifolia* de Canadá, EUA que se une con *F. crenata* de Asia y la tercera agrupación es la que liga a *F. crenata* de Asia con *F. sylvatica* de Europa (Figura 7).

Análisis de la Pubescencia. Se observó éste carácter en microscopio estereoscópico a 40X. A continuación se describe el resultado de éste análisis.

Fagus de México. La pubescencia es muy conspicua en hojas inmaduras, y está bien distribuida en ambas superficies de la lámina. En las hojas maduras la distribución de la misma sólo se presenta en la nervadura principal y en las secundarias, disminuyendo su abundancia hacia el ápice. Esta distribución se encuentra en ambas superficies.

En *Fagus grandifolia* se observaron dos contrastes:

- a. Escasa pubescencia en la nervadura central y en las secundarias, tanto en la superficie abaxial como en la adaxial.
- b. La pubescencia se encuentra bien distribuida en la nervadura central y en las secundarias siendo más frecuente su presencia en la base de la lámina.

En *Fagus sylvatica* los tricomas se encuentran en la nervadura central y en las secundarias, en ambas superficies de la lámina.

Fagus orientalis cualitativamente, tuvo mayor cantidad de tricomas que los otros taxa ya descritos. Los tricomas se encuentran cubriendo ambas superficies de la lámina.

Fagus crenata presenta el mismo patrón de distribución que *F. grandifolia* y que *F. sylvatica*.

Cuadro 6. Análisis de varianza de nuevos caracteres de morfología foliar de *Fagus*

CARACTER	F U E N T E D E V A R I A C I O N	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADO MEDIO	F	C. V.
L H	Entre regiones geográficas	3	85.35	17.90**	27.09
	Error	304	4.77		
A H	Entre regiones geográficas	3	1.52	1.63 ^{ns}	27.27
	Error	304	0.93		
L P	Entre regiones geográficas	3	0.15	5.09* ¹	38.51
	Error	304	0.03		
ALI	Entre regiones geográficas	3	0.32	1.29 ^{ns}	28.48
	Error	304	0.24		
ALD	Entre regiones geográficas	3	0.46	1.74 ^{ns}	29.47
	Error	304	0.27		
MDLI	Entre regiones geográficas	3	59.36	7.46**	28.32
	Error	304	7.96		
HOLD	Entre regiones geográficas	3	59.84	7.88**	27.73
	Error	304	7.59		
MNLI	Entre regiones geográficas	3	176.40	10.48**	33.22
	Error	304	16.82		
MNLD	Entre regiones geográficas	3	217.68	42.86**	18.77
	Error	304	5.08		

número de observaciones analizadas = 308

ns = no significativo

** = significativo al nivel de 0.0001 de probabilidad

*1 = significativo al nivel de 0.0019 de probabilidad

Cuadro 7. Prueba de comparación múltiple de Duncan para analizar especies de Fagus

RG	CARACTER	MEDIA	AGRUPACION DE DUNCAN	RG	CARACTER	MEDIA	AGRUPACION DE DUNCAN	RG	CARACTER	MEDIA	AGRUPACION DE DUNCAN
1	LH	8.69	A	3	AH	3.90	A*	4	LP	0.58	A*
2		7.19	B*	2		3.56	A	3		0.49	A B*
3		6.41	B	1		3.49	A B*	2		0.49	A B
4		5.74	C	4		3.27	B	1		0.42	B
3	ALI	1.91	A*	3	ALD	1.94	A*	1	NDLI	10.48	A*
2		1.77	A	2		1.79	A B*	4		9.70	A B*
1		1.72	A	1		1.73	A B	2		9.14	A B
4		1.63	A	4		1.59	B	3		8.24	B
1	NOLD	10.42	A*	1	NULI	13.01	A*	1	NULD	12.90	A
4		10.00	A	2		12.19	A	2		11.19	B
2		9.28	A B*	4		9.4	B*	4		9.3	C*
3		7.92	B	3		8.6	B	3		8.16	C

RG = Región Geográfica

* significativo al nivel de 0.05 de probabilidad

Número de observaciones de cada Región Geográfica

RG¹ = 201

RG² = 72

RG³ = 25

RG⁴ = 10

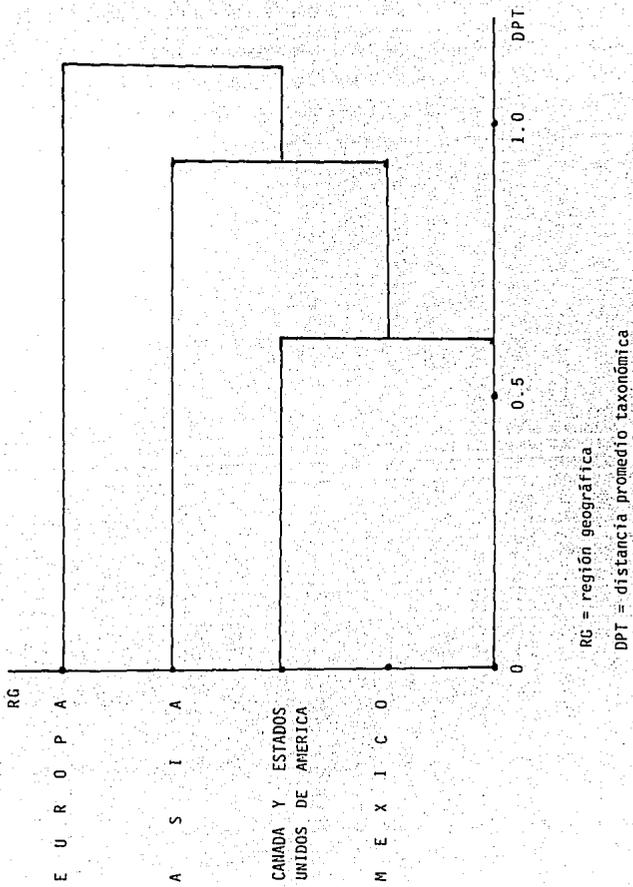


Figura 7. Análisis conglomerado de la morfología foliar de las especies de cuatro regiones geográficas del género *Ragulus*

4.2 Distribución Actual

En la introducción y en la metodología se mencionaron los estados del país donde se localiza *Fagus*. A continuación se proporcionan las localidades que se encuentran identificadas, tanto en los ejemplares de herbario, como las que se visitaron en este trabajo.

Tamaulipas. En este estado se encuentra *Fagus* en dos localidades: en Casa de Piedra y en Ojo del Agua del Indio. Se preguntó a ejidatarios de "San José" (ejido cercano a Casa de Piedra), el nombre vulgar del taxón y no se obtuvo respuesta.

San Luis Potosí. Puig, Bracho y Sosa (1983) mencionan la presencia de *Fagus* en Xilitla. No se encontró muestra botánica de éste sitio, ni tampoco hay registro del nombre común.

Hidalgo. Para esta entidad federativa se tienen registrados cinco sitios: el ejido "La Mojonera", el de "Tehuitzila" y el de "Tizapán" (los tres ejidos se encuentran en los Montes de Zacatlamaya). El ejido con mayor superficie de *Fagus* es el de "La Mojonera". En los herbarios se encontraron ejemplares de los dos primeros, sólo falta muestra del ejido de Tizapán. El nombre vulgar que se le da en estas localidades es el de "haya". (El nombre vulgar de "totalca" -casa de las aves-, mencionado por Martínez (1979) no se encontró a qué localidad de éste estado pertenece).

Puebla. Aquí sólo se encuentra *Fagus* en la carretera que va de Teziutlán, - Pue., a Tlapacoyan, Ver. . Tres son las localidades en donde están dispersos los árboles de *Fagus*: una propiedad privada, el ejido "Hueytamalco" y el ejido Xiutetelco". Esto abarca 3 km de ésta carretera.

El nombre común del árbol en el ejido "Hueytamalco" es "tepellite" (aile de monte); en el ejido "Xiuteitelco" es incierto ya que algunos le llaman "olmo", ó "encino tetenche", ó "calocote", ó "alamillo", ó "huitzahuate".

4.2.1 Características dendrológicas, fenológicas y silvícolas

Raíz. Los árboles maduros presentan un sistema radicular superficial, por lo cual los individuos que se desarrollan en pendientes presentan desarrollo de contrafuertes.

Se midió la superficie del sistema radicular de diez individuos derribados por el huracán Gilberto, (este huracán ocurrió en septiembre de 1988, en el Golfo de México y sus efectos fueron devastadores para los habitantes de la Sierra Madre Oriental). La altura de estos individuos oscilaba entre los 30 a 40 m, en promedio se obtuvo que la raíz se desarrolla en una superficie de 5.0 x 2.5 m y 1.0 m de profundidad.

Ectomicorrizas. Se observaron cuerpos fructíferos principalmente de Agaricales. Se reconocieron: *Amanita muscaria*, *Boletus* spp. y *Calocybe* spp.

Corteza. Esta es lisa, de color gris claro. Presenta manchas de diferentes coloraciones siendo frecuentes los colores claros.

Forma del fuste, hábito de las ramas y forma de la copa. Los árboles de *Fagus* de México, se caracterizan por tener fustes rectos bien conformados (árboles dominantes), con buena poda natural. La primera rama en especímenes de más de 30 m de alto se encuentra entre los 7 a los 15 m de alto.

La inserción de las ramas en el fuste produce una copa elíptica estrecha.

Fenología vegetativa. Al final del mes de agosto o principio de septiembre se inicia el desarrollo de las yemas vegetativas. En esta época del año, el follaje verde se torna a coloraciones amarillentas o marrones. Al iniciarse la época de heladas, al finalizar septiembre o a inicios de octubre, el follaje cae de los árboles de *Fagus*. Las yemas vegetativas se alargan, cuando va terminando la época de heladas y los nortes, es decir, a mediados del mes de marzo. Cuando sube la temperatura ambiental, caen las brácteas de las yemas y las estípulas. Aparece el nuevo follaje cubriendo toda la copa de los árboles.

Fenología reproductiva. Cuando el árbol presenta su nuevo follaje se desarrollan las flores. Esto sucede en los meses de menor precipitación pluvial, de enero a marzo.

La polinización se lleva a cabo en los meses de abril a mayo, o sea, cuando la temperatura ambiente es más alta durante el año.

En cuanto a la fructificación, no se obtuvo la edad en la que *Fagus* de México produce frutos. De Lassé (*op. cit.*) menciona que las hayas fructifican a los 60 años.

De agosto a septiembre, ya es posible observar en las ramas de los árboles maduros los frutos.

Los frutos que maduraron durante la abundante época de lluvias (de mayo a agosto), están listos para dispersarse cuando finaliza esta época.

La dispersión de los frutos o "hayucos" se produce cuando se presentan las primeras heladas, cuando además el follaje cambia su coloración del verde al marrón.

El "hayuco" cae en la hojarasca y cuando ya está maduro se abre en cuatro valvas, albergando en su interior dos nueces trígonoas.

No se conoce con exactitud la periodicidad en la producción de las semillas. Esta periodicidad se presume que sea cada siete años (información proporcionada por los ejidatarios de Zacualtipán, Hgo.).

Ennis (*op. cit.*) menciona haber colectado semilla en Zacualtipán, Hgo., en 1980; durante las observaciones efectuadas en esta localidad en 1990, también se observó este proceso, siendo poca la producción de semilla, por lo que esos dos años deben considerarse como intermedios. En 1992 se presentó año semillero en esta localidad.

Germinación. Los "hayucos" caen en la hojarasca y germinan hasta febrero o marzo, lo cual indica un proceso de estratificación natural que proporciona el clima y la cama de hojarasca.

Las semillas del género *Fagus* presentan un letargo de tipo embrionario. El embrión es fisiológicamente inmaduro y necesita de un período de estratificación antes de germinar (Daniel, Helms y Baker, 1982).

En octubre de 1990 se recogieron de la hojarasca 1 000 invólucros de diez árboles. Es decir, se obtuvieron 2 000 semillas que se pusieron a germinar. Pasadas dos semanas germinaron tres plántulas que no sobrevivieron. Esto corresponde a un 99.85% de semillas vanas y un 0.15% de semillas germinadas.

Se observó el crecimiento de plántulas en la hojarasca adyacente a las raíces de árboles dominantes y es frecuente que estas plántulas se desarrollen en arbolillos de buena conformación, es decir, con fuste recto alcanzando una altura promedio de 6 a 8 m.

Este renuevo pudiera confundirse como producto de la propagación vegetativa, sin embargo, es el resultado de la reproducción sexual.

Según los ejidatarios de Zacualtipán, Hgo., no hay renuevo porque las

semillas que germinan, crecen hasta los 30 ó 50 cm. y después perecen por falta de luz. No obstante, se sabe que la especie es tolerante, y pueden ser otros factores limitantes los que intervienen en el establecimiento de las plántulas de *Fagus*.

Reproducción vegetativa. La producción de brotes es más frecuente cuando un árbol es derribado, ya sea por el viento o por el hombre. No hay emisión de brotes a partir de las raíces de árboles maduros.

Los tocones que presentaban brotes más vigorosos eran aquéllos que se encontraban en zonas abiertas, como en las áreas de cultivo de Teziutlán, Puebla.

Daños. En Teziutlán, Pue., los árboles han sido gravemente dañados por el fuego. Los síntomas de este daño se observan en su corteza, ya que por ser delgada, no brinda la suficiente protección al árbol. El fuego recurrente en esta localidad, sobre todo en la época de sequía, ha debilitado a los árboles, observándose cambios en la morfología de la corteza, fracturándola en algunas partes, y quedando expuesta la albura.

El color externo de la corteza cambia a café-oscuro por el hollín. Se observan manchas rojizas y blancas a lo largo del fuste (cambian las simbiosis que se desarrollan en la superficie de la misma).

En ésta localidad el fuego ha eliminado a las especies con las que se asocia comúnmente *Fagus* como: *Magnolia schiedeana*, *Clethra macrophylla*, *Befaria laevis*, *Quercus* spp., etc.; y también se han eliminado gran cantidad de individuos de *Liquidambar styraciflua*, que es una especie heliófila cuya presencia es frecuente junto a *Fagus*.

En Zacualtipán, Hgo., se observaron arbolitos (de 2 m de alto) afectados en su follaje por las heladas tardías, que se presentan a fines del mes de marzo.

Enfermedades y ataques por insectos. Ehnis (*op. cit.*) menciona que *Fagus* no presentaba daño aparente, sin embargo, en las observaciones de campo, se encontraron dos síntomas:

a) Enfermedad de la corteza. No se determinó la presencia de algún hongo ó insecto que inicie el daño a éste nivel. Se observaron manchas húmedas externas, y se determinaron dos estadios, uno leve y el otro grave.

La enfermedad se calificó como leve cuando los árboles sólo presentaban las manchas y en algunos sitios del fuste faltaba la corteza.

La fase grave se estableció cuando cambió la morfología de la corteza, de lisa a la presencia de unos cojinetes cónicos a través de todo el fuste, y en cu yo interior habitan unas hormigas.

b) Pudrición de la médula. Se observaron árboles con ésta enfermedad, y - también se caracterizó como leve y grave.

El estado leve se consideró cuando el árbol presentaba abultamientos internos a través del fuste y la corteza reventada en varias zonas.

La pudrición de la médula grave, se consignó cuando el árbol ya no tenía corteza en una gran área y además la albura ya estaba atacada por xilófagos.

Daño por defoliadores. Antes de que finalice la época de lluvias (entre - julio y agosto), es importante la presencia de defoliadores. Se observó la última fase de un lepidóptero, que en la Ciudad de México vulgarmente se le llama "gusa no azotador". Consumen gran cantidad de follaje y el daño que ocasionan es más - importante en arbolillos de 0.5 a 2 m de alto, los cuales además de competir por la luz, se ven afectados en su biomasa fotosintética por esta plaga.

Enfermedades de la raíz. Algunos árboles de más de 1.5 m de diámetro normal son susceptibles al ataque de hongos que infectan sus raíces. Estos son los de - los géneros *Fomes* y/o *Polyporus*.

Otras enfermedades. En Zacualtipán, Hidalgo, se observaron individuos - con "cáncer", es decir, con un abultamiento o tumor bien localizado a cierta altura del fuste.

4.3 Muestreo de las Poblaciones

4.3.a Casa de Piedra, Tamaulipas.

Las variables diámetro basal (D1), diámetro normal (D2), altura total (H) y cobertura (COB), tuvieron altos valores de W, lo cual indica por ende que los datos de cada variable se distribuyen normalmente (se acepta la hipótesis nula) (Cuadro 8).

En esta localidad se encontraron 26 árboles, en una superficie de tres hectáreas.

Los árboles de *Fagus* tienen un diámetro basal promedio de 122.27 ± 11.38 cm; una media aritmética del diámetro normal de 95.52 ± 9.13 cm; una altura total promedio de 17.90 ± 4.82 m; y la cobertura media de 4.63 ± 1.14 m (descripción de las variables con base a los estadísticos $\bar{X} \pm 1.96 \frac{S}{\sqrt{x}}$ al 95% de probabilidad) (Cuadros 8, 9, 10, 11 y 12; figuras 6, 7, 8, y 9).

Los coeficientes de variación de estas variables van desde 63.61% (COB) a 78.04% (D2). No se puede determinar a qué factores o fuentes de variación se atribuirían estos valores, ya que en este trabajo no se planteó conocer esto.

En las figuras 6 y 7 se observa la ausencia de varias clases diamétricas. La falta de representantes de estos valores pudiera señalarse al grado de intervención humana que hubo en la zona. Esto se supone por la presencia de plantas de ornato y frutales que se encuentran en el sitio.

En general se observa que esta población puede perdurar en el futuro, claro está, excluyendo la presencia de algún suceso catastrófico o disturbio antropogénico, esto se infiere por el 57.7% de individuos "jóvenes" (15 árboles).

En cuanto al estado fitosanitario, los árboles de *Fagus* sólo están afectados por agentes físicos. Hubo 6 árboles bifurcados (23.08%); se encontraron 2 individuos con el fuste dañado (7.69%) y 2 mal conformados (7.69%) (Figura 10) (Apéndice C).

No existen agentes bióticos que afecten a la población de *Fagus* en este sitio. Tal vez, esta ausencia aparente de plagas y enfermedades se deba a que el taxón no forma un rodal puro y la biodiversidad existente permita una homeostasis o regulación adecuada de las poblaciones bióticas.

La perspectiva que se tiene conjuntando los datos, es que esta localidad puede ser una fuente de germoplasma, ya que sólo se encontraron diez árboles afectados (38.46%), desde el punto de vista fitosanitario. Sin embargo, se puede esperar que cuando se lleve a cabo una selección de árboles, la población se catalogue como rodal semillero.

Cuadro 8. Análisis de normalidad para las variables de los árboles de *Fagus* en Casa de Piedra, Tamaulipas.

Variables (unidades)	n	\bar{x}	S	$\frac{S}{x}$	S ²	C. V.	V a l o r e s		Probabilidad normal
							mínimo	máximo	
D 1 (cm)	26	122.27	29.63	5.81	878.15	76.13	3.1	326.72	W=0.90
D 2 (cm)	26	95.52	23.74	4.66	563.69	78.04	3.1	285.88	W=0.89
Altura (m)	26	17.90	12.57	2.46	157.92	70.22	1.0	37	W=0.90
Cobertura (m)	26	4.63	2.94	0.58	8.66	63.61	0.4	9	W=0.88

D 1 = diámetro basal

D 2 = diámetro normal

n = número de observaciones

\bar{x} = media aritmética

S = desviación estándar

$\frac{S}{x}$ = desviación estándar de la media

S² = varianza

C. V. = coeficiente de variación

Cuadro 9. Datos del diámetro basal (DI) de los árboles de *Fagus*. Casa de Piedra, Tamaulipas.

Categoría diamétrica (cm)	No. de individuos	Porcentaje Acumulado	Frecuencia (%)
0.1- 20	8	30.8	34.78
20.1- 40	-	-	-
40.1- 60	-	-	-
60.1- 80	1	34.6	4.35
80.1-100	2	38.5	8.69
100.1-120	2	46.2	8.69
120.1-140	1	50.0	4.35
140.1-160	2	57.7	8.69
160.1-180	2	65.4	8.69
180.1-200	5	84.6	21.73
200.1-220	1	88.5	4.35
220.1-240	3	96.2	13.04
=	=	=	=
326.72	1	100.0	4.35
Total		26	

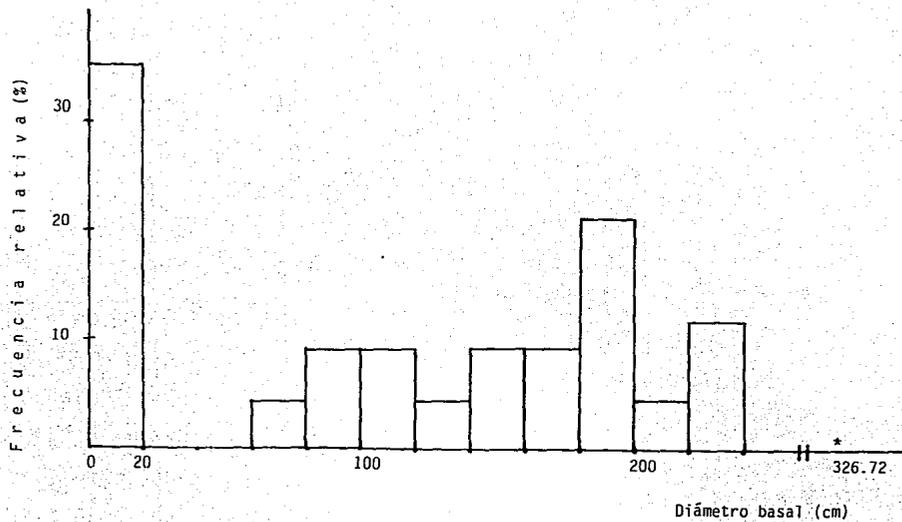


Figura 6. Distribución de los valores del diámetro basal (D1) de los árboles de *Fagus*.
Casa de Piedra, Tamaulipas.

Cuadro 10. Datos del diámetro normal (D2) de los árboles de *Fagus*. Casa de Piedra, Tamaulipas.

Categoría diamétrica (cm)	No. de individuos	Porcentaje Acumulado	Frecuencia (%)
0.1- 20	8	30.8	30.77
20.1- 40	-	-	-
40.1- 60	1	34.6	3.85
60.1- 80	2	42.3	7.69
80.1-100	2	50.0	7.69
100.1-120	1	53.8	3.85
120.1-140	1	57.7	3.85
140.1-160	8	88.5	30.77
160.1-180	1	92.3	3.85
180.1-200	1	96.1	3.85
=	=	=	=
285.6	1	100.0	3.85
Total		26	

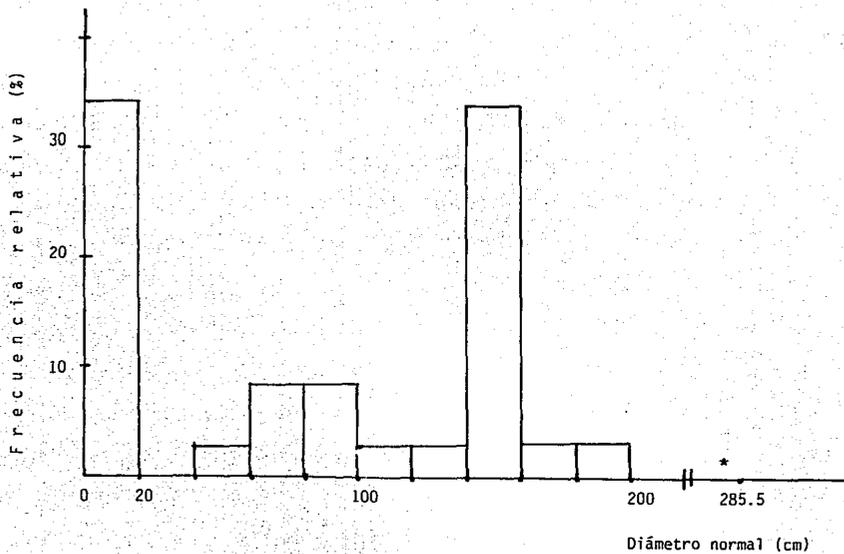


Figura 7. Distribución de los valores del diámetro normal (D2) de los árboles de *Fagus*.
Casa de Piedra, Tamaulipas.

Cuadro 11. Datos de la altura total (H) de los árboles de *Fagus*.

Casa de Piedra, Tamaulipas.

Altura (m)	No. de individuos	Porcentaje Acumulado	Frecuencia (%)
0.1- 5.0	8	30.80	37.69
5.1-10.0	1	34.60	3.85
10.1-15.0	1	38.50	3.85
15.1-20.0	5	57.70	19.23
20.1-25.0	1	61.50	3.85
25.1-30.0	5	80.80	19.23
30.1-35.0	4	96.20	15.38
=	-	-	-
37.0	1	100.00	3.85
Total	26		100.63 = 100.00

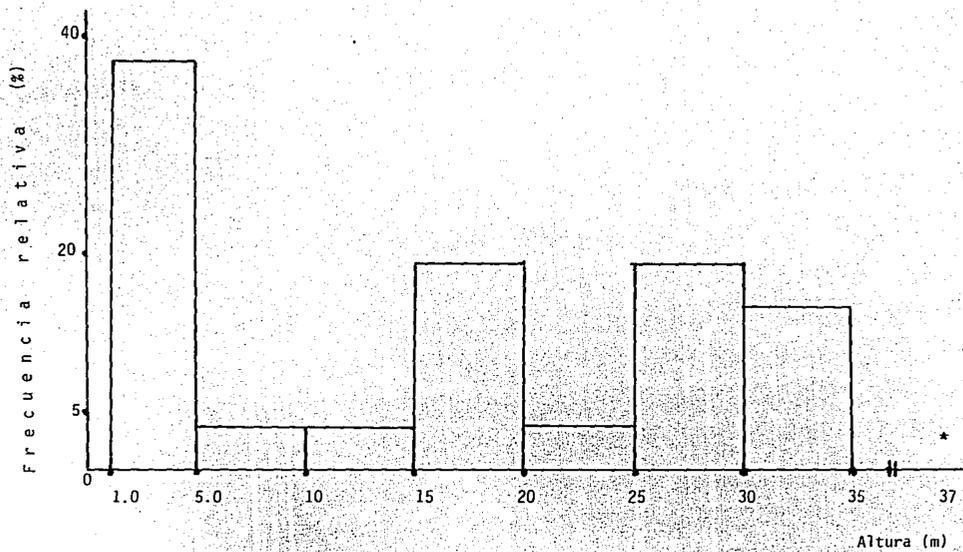


Figura 8. Distribución de los valores de la altura total (H) de los árboles de *Ficus*.
Casa de Piedra, Tamaulipas.

Cuadro 12. Datos de la cobertura (COB) de los árboles de *Fagus*.
Casa de Piedra, Tamaulipas.

Cobertura (m)	No. de individuos	Porcentaje Acumulado	Frecuencia (%)
0.1-1.0	5	19.20	19.23
1.1-2.0	3	30.80	11.54
2.1-3.0	2	38.50	7.69
3.1-4.0	1	42.30	3.85
4.1-5.0	1	46.20	3.85
5.1-6.0	5	65.40	19.23
6.1-7.0	6	84.60	23.07
7.1-8.0	1	92.30	3.85
8.1-9.0	2	100.00	7.69

Total 26

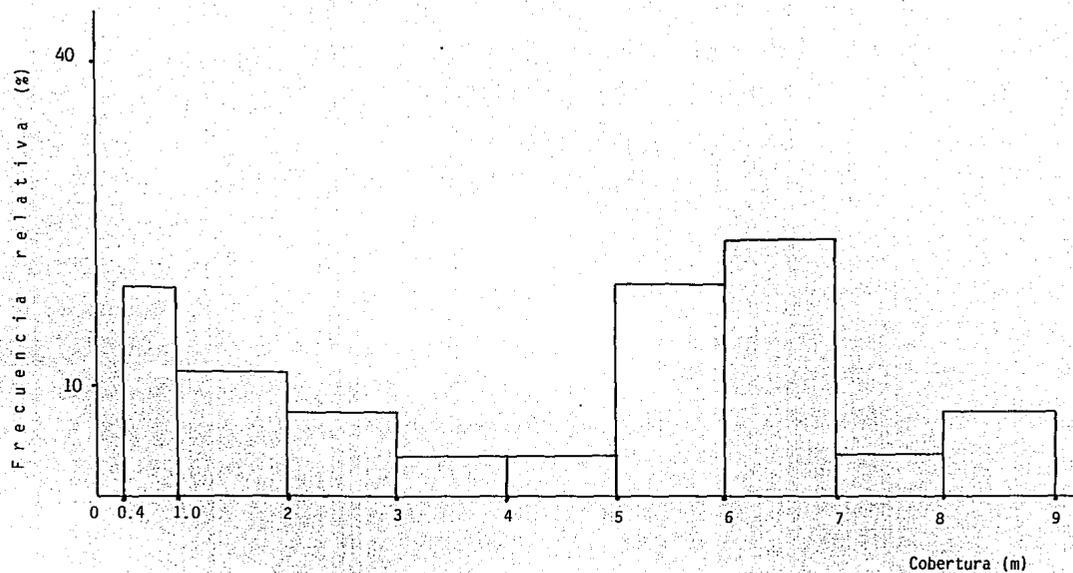
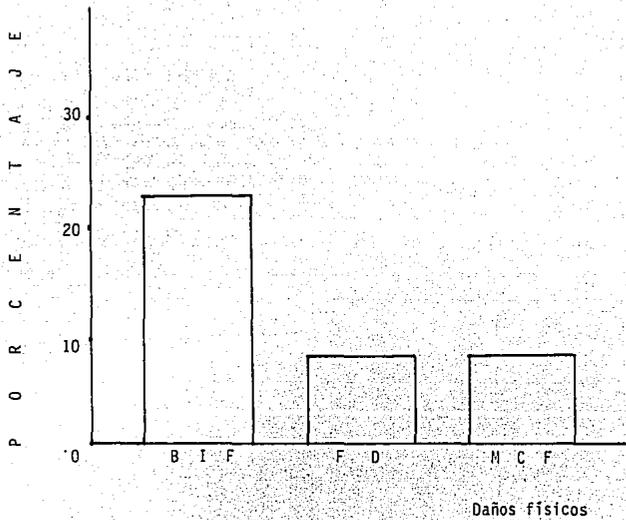


Figura 9. Distribución de los valores de la cobertura (COB) de los árboles de *Fagus*.
Casa de Piedra, Tamaulipas.



B I F = Bifurcado
 F D = Fuste dañado
 M C F = Mala conformación

Figura 10. Porcentajes de los daños físicos de los árboles de *Fagus*. Casa de Piedra, Tamaulipas.

4.3.b Zacualtipán, Hidalgo.

En las pruebas de normalidad se obtuvieron bajos valores del estadístico D, lo que indica que todas las variables tienen una distribución normal (se acepta la hipótesis nula).

El muestreo de esta localidad incluyó una superficie aproximada de 10 a 12 hectáreas con un total de 2 106 árboles.

Los individuos de *Fagus* tienen un diámetro basal promedio (D1) de 50.77 ± 0.86 cm; la media aritmética del diámetro a la altura del pecho (D2) es de 41.28 ± 0.72 cm; el promedio de la altura total es de 10.71 ± 0.45 cm y la cobertura media es de 2.58 ± 0.09 m (descripción de las variables con base a los estadísticos $\bar{X} \pm 1.96 \frac{S}{x}$ al 95% de probabilidad) (Cuadro 13).

Se midió un árbol de características extraordinarias de 60 m de alto, su diámetro basal es de 5.94 m; el diámetro normal es de 3.52 m; la cobertura es de 12 m; sus raíces se encuentran afectadas por hongos del género *Fomes* o *Polyporus* (Figuras 11 y 12).

Los coeficientes de variación para las variables de esta población, son incluso más altos que los de Casa de Piedra (Tamps.). El coeficiente menor fue para la cobertura (C.V. = 84.94%) y el mayor fue para el diámetro normal (C.V. = 130.12%).

Se observa que la población se encuentra incrementándose, ya que los individuos se distribuyen en todas las clases diamétricas. Hay un porcentaje de 70.3% de individuos que tienen entre 1.57 a 47.12 cm de diámetro basal que se pueden considerar como individuos "jóvenes". El árbol más añejo representa el 0.05% (Figuras 11 y 12).

En cuanto al estado fitosanitario, se obtuvieron 69 árboles bifurcados, del total de 2 106, lo cual representa al 3.28%. De los 69 individuos, 39 (56.52%) se encuentran bifurcados después de 1.30 m de alto y 30 (43.48%) presentan éste defecto antes de esta altura (Figuras 15 y 16).

En el daño en el fuste, se obtuvieron 135 árboles de la población total, lo cual equivale al 6.41%. De estos se encontraron 6 individuos (4.44%) con perjuicios en la corteza; 2 (1.48%) tenían daño en la base del fuste; 35 (25.93%) tenían el fuste perjudicado arriba del diámetro normal; 2 (1.64%) estaban afectados por la caída de otro árbol; un ejemplar (0.74%) de 50 cm de diámetro

normal estaba mal enraizado; 27 individuos (20%) estaban derribados pero enraizados y aún vivos.

Los árboles mal conformados fueron 591, lo cual representa el 28.06 % de toda la población. Se encontraron sin ápice o eje principal 379 (64.13%); con mala poda 73 (12.35%) y con conformación tortuosa 139 individuos (23.52%) (Figura 15).

La enfermedad en la corteza la presentaron 250 ejemplares (11.87% de la población total). El 94%, es decir 235 presentaron una enfermedad de corteza leve; 15 (6%) tuvieron enfermedad de corteza grave (Figura 16).

Se obtuvieron 122 árboles con pudrición de médula (5.79% del total). De ellos 103 (84.43%) tenían pudrición de médula leve, y la pudrición de la médula grave fueron 19 árboles (15.57%) (Figura 16).

En cuanto al daño del brote aéreo o daño en los ápices se obtuvieron 386 árboles (18.33% del total). De ellos el 31.60% o sea 122 árboles de 628 cm (de aproximadamente 2 m de alto) tuvieron dañada la copa en un 10 o 90%. El valor máximo de daño (90%) lo presentó un árbol de 0.94 cm de diámetro. El daño menor en la copa lo presentó un árbol de 56.55 cm. Sólo un árbol de 2.10 m de diámetro normal presentó el 80% de la copa dañada por la caída de otro árbol (Fig. 16).

Los árboles afectados por hongos fueron 20 (0.95% de la población en general). De éstos, 7 estaban afectados por *Fomes* y *Polyporus* (35%) y por "cáncer" 13 (65%) (Figura 16).

Se considera que la población de *Fagus* de Zacualtipán, Hgo., puede sobrevivir en el futuro, en ausencia de intervención humana y catástrofes naturales, ya que hay buena producción de semilla, la cual ha mantenido la regeneración natural del taxón.

De lo observado en Tamaulipas y en ésta localidad se infiere que los daños físicos son en primer lugar los que van seleccionando a los individuos en la población. El factor que más interviene en la adaptación del árbol es la mala conformación (591 árboles ó 28.06%), ya que no se observan individuos de más de 10 m con fustes chuecos o retorcidos (Cuadro 18, 19 y 20).

La enfermedad de la corteza se supone que se inicie cuando un árbol es afectado por algún factor físico a lo largo del fuste, ya que se presenta en cualquier clase diamétrica (desde 1.5 cm a 3.45 m de diámetro normal) (Cuadro 21).

La pudrición de la médula podría ser la continuación del proceso degenerativo, después de que el árbol ha sido afectado en la corteza. También esta enfermedad se presenta a cualquier edad del árbol (diámetros normales de 3.14 cm a 3.61 m) (Cuadro 22). En ambas enfermedades no se encontró el agente biológico causal.

Por otra parte, en los resultados de la frecuencia de los ápices o brotes aéreos dañados, se analizó por un lado los diámetros normales, y por otro, la altura. Se prefirió el primero, ya que en las frecuencias de la altura se obtenían resultados para 378 árboles, 8 individuos menos que en el análisis de las clases del diámetro normal (Cuadros 23 y 24).

Para el análisis de las frecuencias de la altura y daño en la copa los mayores porcentajes de individuos perjudicados se encuentran los de 2 m de alto con 22.22%; después los de 3 m con 16.14% y los de 2.5 m con 14.02%. En menos porcentaje están los de 1.9 m (0.26%) (Cuadro 24).

La presencia de *Fomes* y *Polyporus* se puede deber a un cambio en la simbiosis del sistema radicular, ya que se observó en árboles desde 12.56 cm hasta 3.05 m, de diámetro normal, es decir, es una enfermedad que se presenta a cualquier edad. Así mismo, el "cáncer" también se presenta en cualquier momento. Tampoco se identificó el agente causal (Cuadro 25).

En suma, los agentes físicos afectan a un 37.74% de la población y los bióticos en un 36.94%.

Como factores ambientales que también intervienen en la densidad de la población, se vio que el árbol es lábil a los fuertes vientos (debidos a la presencia de huracanes en el Golfo de México), y la pendiente. Este último factor interviene en el decremento del número de individuos, porque el sistema radicular es muy superficial; entonces, cuando hay viento, y la lluvia erosiona el suelo, los árboles caen al piso con mucha facilidad.

Dado el estado fitosanitario de la población ésta se puede considerar una fuente adecuada de germoplasma. Aquí se pueden seleccionar (en orden descendente de importancia): árboles élite, o plus, o rodales o áreas semilleras, ya que en general se considera que la localidad presenta una gran heterogeneidad de fenotipos.

Cuadro 13. Análisis de normalidad para las variables de los árboles de *Fagus*. Zacualtipán, Hidalgo.

Variables (unidades)	n	\bar{x}	S	S ²	$\frac{S}{\bar{x}}$	C.V.	V a l o r e s		Probabilidad normal
							mínimo	máximo	
D 1 (cm)	2106	50.77	20.26	410.33	0.44	125.34	1.57	593.8	D= 0.23
D 2 (cm)	2106	41.28	17.09	292.22	0.37	130.12	0.31	395.84	D= 0.23
Altura (m)	2106	10.71	10.41	108.63	0.23	97.33	0.2	60	D= 0.21
Cobertura (m)	2106	2.58	2.19	4.79	0.05	84.94	0	12	D= 0.21

D 1 = diámetro basal

D 2 = diámetro normal

n = número de observaciones

\bar{x} = media aritmética

s = desviación estándar

S² = varianza

$\frac{S}{\bar{x}}$ = desviación estándar de la media

C.V. = coeficiente de variación

Cuadro 14. Datos del diámetro basal (Dl) de los árboles de *Fagus*. Zacualtipán, Hidalgo.

Categoría diamétrica (cm)	No. de individuos	Porcentaje Acumulado	Frecuencia (%)
0.1- 20	934	44.3	44.35
20.1- 40	411	63.9	19.51
40.1- 60	244	75.5	11.58
60.1- 80	100	80.2	4.75
80.1-100	101	85.0	4.79
100.1-120	68	88.2	3.20
120.1-140	42	90.2	1.99
140.1-160	40	92.1	1.89
160.1-180	33	93.7	1.56
180.1-200	32	95.2	1.52
200.1-220	21	96.2	0.99
220.1-240	23	97.3	1.09
240.1-260	22	98.3	0.99
260.1-280	13	98.9	0.61
280.1-300	9	99.3	0.43
300.1-320	5	99.6	0.23
320.1-340	3	99.8	0.14
=	=	=	=
360.1-380	2	99.9	0.09
=	=	=	=
403.8	1	99.9	0.05
=	=	=	=
461.8	1	100.0	0.05
=	=	=	=
593.8	1	100.0	0.05
Total 2106			

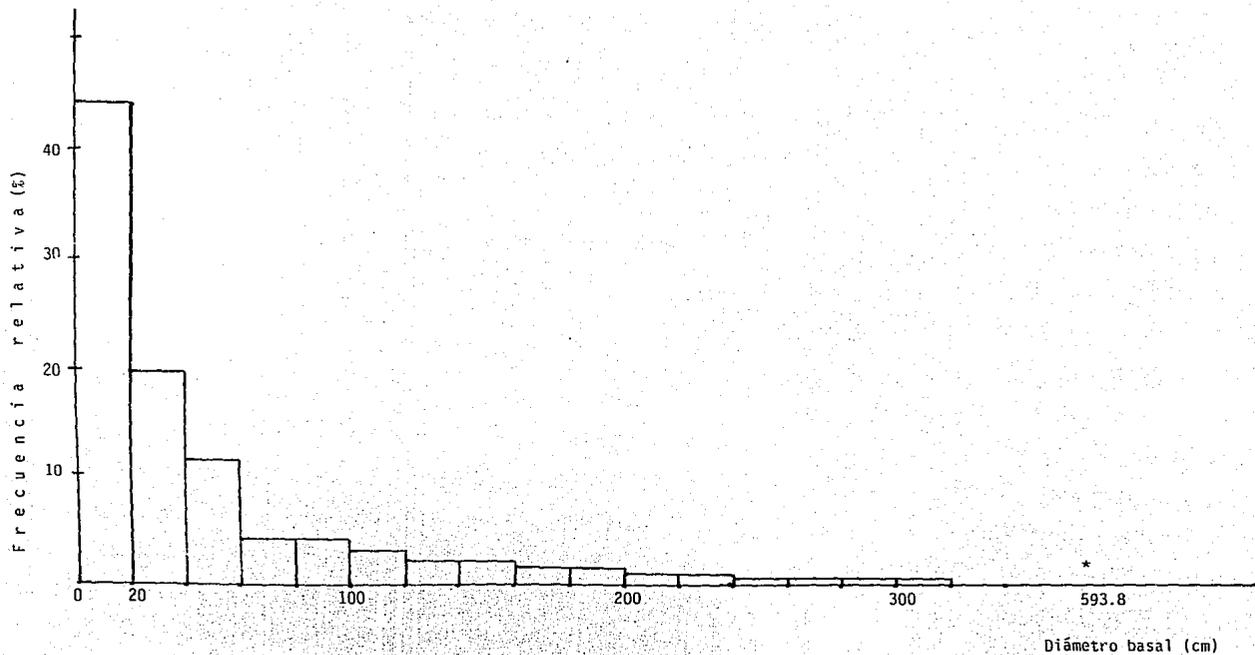


Figura 11. Distribución de los valores del diámetro basal (DI) de los árboles de *Fagus*. Zacualtipán, Hidalgo.

Cuadro 15. Datos del diámetro normal (D2) de los árboles de *Fagus*. Zacualtipán, Hidalgo.

Categorías diamétricas (cm)	No. de individuos	Porcentaje Acumulado	Frecuencia (%)
0.1- 20	1086	51.6	51.56
20.1- 40	389	70	18.47
40.1- 60	196	79.3	9.3
60.1- 80	116	84.9	5.5
80.1-100	62	87.8	2.9
100.1-120	69	91	3.3
120.1-140	37	92.8	1.8
140.1-160	37	94.5	1.8
160.1-180	28	95.9	1.3
180.1-200	31	97.4	1.47
200.1-220	19	98.3	0.9
220.1-240	14	99	0.66
240.1-260	5	99.2	0.24
260.1-280	8	99.6	0.37
280.1-300	2	99.7	0.1
300.1-320	4	99.9	0.2
=	-	-	-
345.6	1	99.9	0.1
=	-	-	-
361.3	1	100.0	0.1
=	-	-	-
395.8	1	100.0	0.1

T o t a l 2106

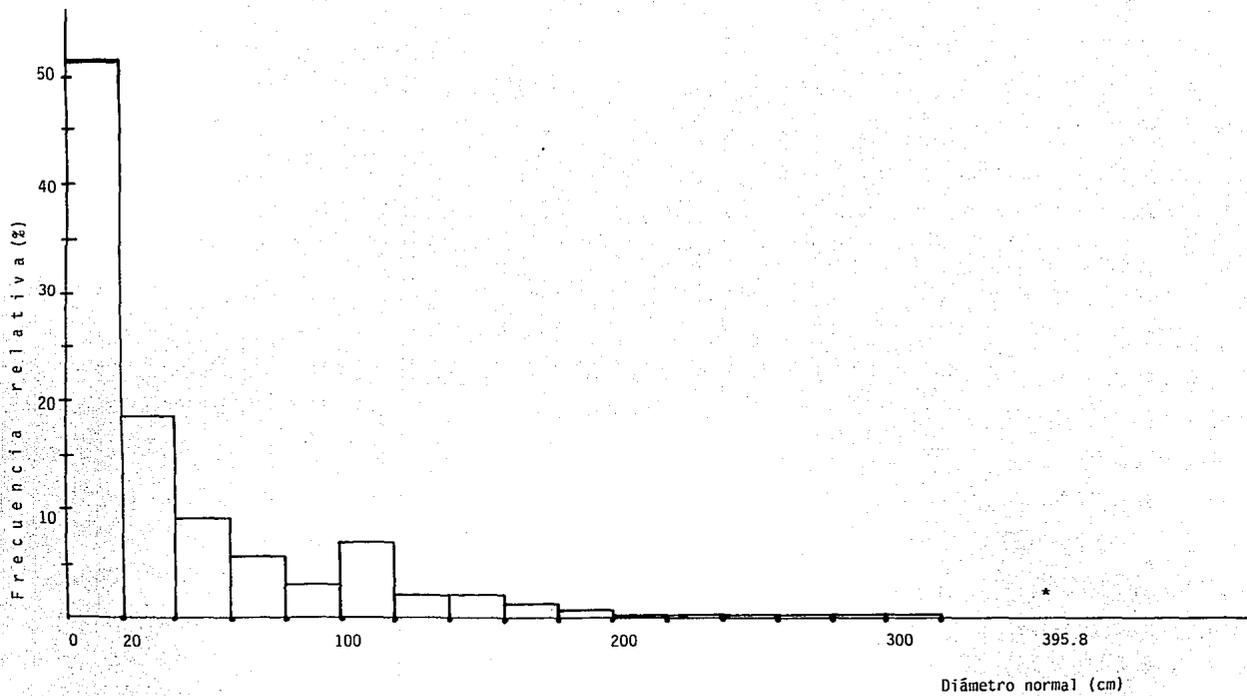


Figura 12. Distribución de los valores del diámetro normal (D2) de los árboles de *Fagus*. Zacualtipán, Hidalgo.

Cuadro 15. Datos de la altura total (H) de los árboles de *Fagus*. Zacualtipán, Hidalgo.

Altura (m)	No de individuos	Porcentaje Acumulado	Frecuencia (%)
0.1- 5.0	874	41.50	41.50
5.0-10.0	551	67.70	26.26
10.1-15.0	191	76.70	9.07
15.1-20.0	163	84.50	7.74
20.1-25.0	83	88.40	3.94
25.1-30.0	96	93.00	4.56
30.1-35.0	59	95.80	2.80
35.1-40.0	45	97.70	2.14
40.1-45.0	23	99.00	1.09
45.1-50.0	17	99.80	0.81
"	-	-	-
52.0	1	99.90	0.05
"	-	-	-
54.0	2	100.00	0.09
"	-	-	-
60.0	1	100.00	0.05
Total		2106	

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

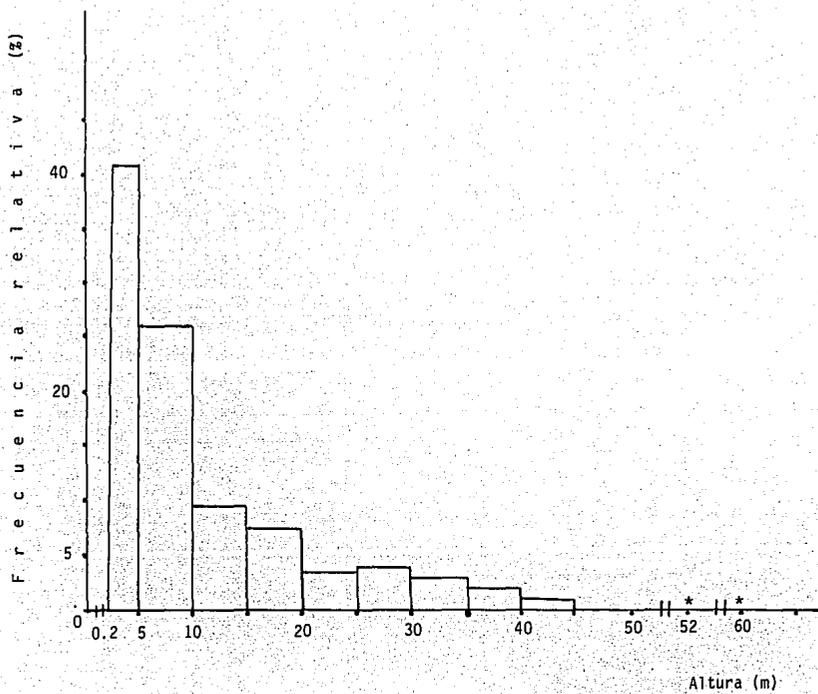


Figura 13. Distribución de los valores de la altura total (H) de los árboles de *Fagus*. Zacualtipán, Hidalgo.

Cuadro 17. Datos de la cobertura (COB) de los árboles de *Fagus*. Zacualtipán, Hidalgo.

Cobertura (m)	No. de individuos	Porcentaje Acumulado	Frecuencia (%)
0.1- 1.0	672	31.90	31.90
1.1- 2.0	614	61.10	29.00
2.1- 3.0	241	72.50	11.44
3.1- 4.0	176	80.90	8.36
4.1- 5.0	96	85.40	4.56
5.1- 6.0	149	92.50	7.07
6.1- 7.0	76	96.10	3.61
7.1- 8.0	54	98.70	2.56
8.1- 9.0	20	99.60	0.95
9.1-10.0	4	99.80	0.19
=	-	-	-
12.0	4	100.00	0.19
Total		2106	

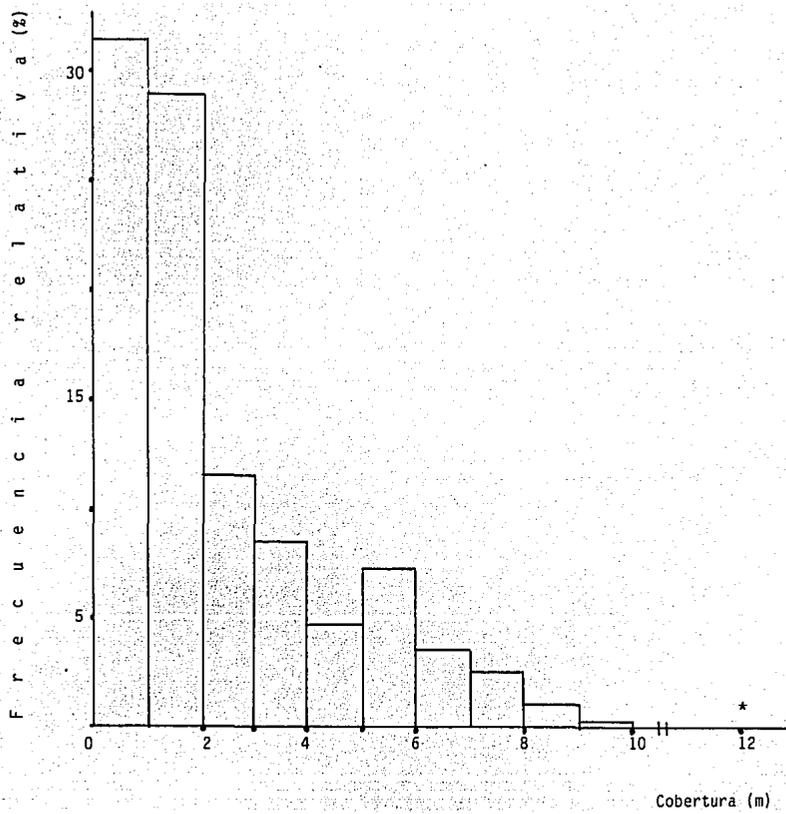


Figura 14. Distribución de los valores de la cobertura (COB) de los árboles de *Fagus*. Zacualtipán, Hidalgo.

Cuadro 18. Árboles bifurcados de *Fagus*. Zacualtipán, Hidalgo.

D 2 (cm)	No. árboles bf < 1.3 m	No. árboles bf > 1.3 m	Porcentaje	D 2 (cm)	No. árboles bf < 1.3 m	No. árboles bf > 1.3 m	Porcentaje
3.1	2	1	4.35	72.2	-	2	2.90
6.3	1	5	8.70	75.4	-	2	2.90
9.4	-	4	5.80	78.5	1	-	1.45
12.6	1	2	4.35	91.1	-	1	1.45
15.7	1	1	2.90	94.2	-	1	1.45
56.5	1	2	4.35	103.7	-	1	1.45
65.9	1	-	1.45	106.9	-	1	1.45
25.1	-	2	2.90	109.9	-	1	1.45
31.4	1	-	1.45	116.2	1	-	1.45
34.5	1	1	2.90	122.52	-	2	1.45
39.3	-	1	1.45	128.8	2	-	2.90
40.8	1	-	1.45	131.9	-	1	1.45
43.9	4	-	5.80	153.9	1	-	1.45
47.1	1	-	1.45	157.1	-	1	1.45
50.3	2	-	1.45	172.8	-	1	1.45
53.4	1	-	1.45	194.8	1	-	1.45
56.5	2	1	4.35	212.0	-	1	1.45
56.7	1	1	2.90	229.3	-	1	1.45
65.9	2	-	2.90	235.6	-	1	1.45
69.1	1	-	1.45	238.8	-	1	1.45
70.7	-	1	1.45	238.8	-	1	1.45

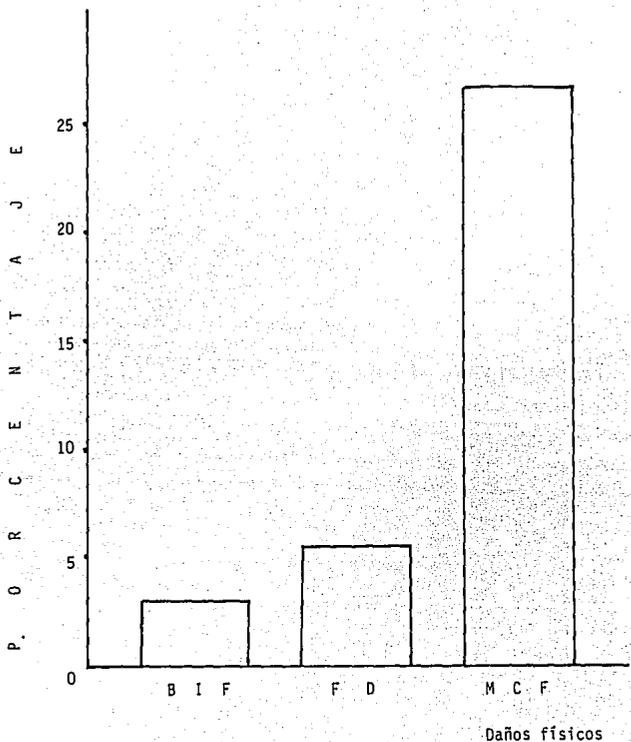
Total 100.05 = 100.00

bf< = bifurcado antes

bf> = bifurcado después

Cuadro 20. Arboles con mala conformación de *Fagus*. Zacualtipán, Hidalgo.

D. 2 (cm)	A	B	C	Total	Porcentaje	D. 2 (cm)	A	B	C	Total	Porcentaje
0.9	1	-	-	1	0.17	78.5	-	-	1	1	0.17
1.6	2	-	1	3	0.51	81.7	1	-	1	2	0.34
3.1	74	1	2	77	13.03	84.8	-	-	1	1	0.17
6.3	88	4	10	102	17.26	87.9	1	-	1	2	0.34
7.8	1	-	-	1	0.17	100.5	-	2	-	2	0.34
9.4	76	7	11	94	15.91	103.7	-	-	1	1	0.17
10.9	2	-	-	2	0.34	106.8	-	-	1	1	0.17
12.6	32	3	14	49	8.29	113.1	1	-	-	1	0.17
14.1	1	-	-	1	0.17	116.2	1	1	-	1	0.34
15.7	15	5	7	27	4.57	119.1	1	-	-	1	0.17
17.3	1	-	-	1	0.17	125.7	-	1	-	1	0.17
18.8	11	3	9	23	3.89	128.8	-	1	1	2	0.34
21.9	8	5	10	23	3.89	131.9	-	1	-	1	0.17
25.1	6	7	11	24	4.06	135.1	-	1	1	2	0.34
28.3	8	1	4	13	2.20	150.8	1	-	1	2	0.34
31.4	8	1	8	17	2.88	153.9	-	1	-	1	0.17
34.5	7	1	4	12	2.03	153.9	1	-	-	1	0.17
37.7	4	2	4	10	1.69	160.2	-	2	-	2	0.34
40.8	8	3	4	15	2.54	163.4	-	-	1	1	0.17
43.9	6	1	4	11	1.86	166.5	1	-	-	1	0.17
47.1	1	1	8	10	1.69	179.1	-	1	-	1	0.17
50.3	1	4	5	10	1.69	188.5	-	1	-	1	0.17
51.8	-	-	1	1	0.17	191.6	-	1	-	1	0.17
53.4	-	-	2	2	0.34	197.9	-	1	1	2	0.34
56.5	1	-	1	2	0.34	210.5	2	-	-	2	0.34
59.7	-	1	4	5	0.85	216.8	-	1	-	1	0.17
62.8	1	1	-	2	0.34	226.2	1	-	-	1	0.17
65.9	-	2	2	4	0.68	229.3	-	1	-	1	0.17
69.1	1	3	1	5	0.85	251.3	-	1	-	1	0.17
72.2	-	-	1	1	0.17	267.0	1	1	-	2	0.34
75.4	1	-	-	1	0.17	270.2	1	-	-	1	0.17
Total							379	73	139	591	100.00



BIF = Bifurcado
 F D = Fuste dañado
 MCF = Mala conformación

Figura 15. Porcentaje de los daños físicos que presentan los árboles de *Fagus*, Zacualtipán, Hidalgo.

Cuadro 21. Arboles con la corteza enferma de *Fagus*. Zacualtipán, Hidalgo.

D 2 (cm)	leve	grave	Total	Porcentaje	D 2 (cm)	leve	grave	Total	Porcentaje
1.5	-	1	1	0.40	94.2	2	-	2	0.80
3.1	2	-	2	0.80	100.5	3	-	3	1.20
6.3	4	-	4	1.60	103.7	3	-	3	1.20
9.4	5	-	5	2.00	106.8	2	-	2	0.80
12.6	6	-	6	2.40	109.9	2	1	3	1.20
15.7	8	-	8	3.20	113.1	1	-	1	0.40
18.8	10	-	10	4.00	116.2	4	-	4	1.60
21.9	10	-	10	4.00	122.5	4	-	4	1.60
25.1	20	-	20	8.00	125.7	2	-	2	1.60
28.3	11	-	11	4.40	131.9	2	-	2	0.80
31.4	10	-	10	4.00	135.1	1	-	1	0.80
34.5	11	1	12	4.80	138.2	2	-	2	0.80
37.7	8	-	8	3.20	141.4	1	-	1	0.40
40.8	8	-	8	3.20	147.6	1	-	1	0.40
43.9	9	-	9	3.60	150.8	2	1	3	1.20
47.1	5	2	7	2.80	153.9	1	-	1	0.40
50.3	13	-	13	5.20	157.1	1	-	1	0.40
53.4	7	1	8	3.20	163.4	1	-	1	0.40
56.5	4	-	4	1.60	169.6	1	-	1	0.40
59.7	3	2	5	2.00	172.8	1	1	2	0.80
61.3	-	1	1	0.40	177.5	-	1	1	0.40
62.8	3	1	4	1.60	182.2	1	-	1	0.40
65.9	5	-	5	2.00	188.5	1	-	1	0.40
69.1	4	-	4	1.60	207.3	1	-	1	0.40
70.7	1	-	1	0.40	216.7	1	-	1	0.40
72.2	6	-	6	2.40	229.3	-	1	1	0.40
75.3	2	-	2	0.80	260.7	1	-	1	0.40
78.5	2	1	3	1.20	279.6	1	-	1	0.40
					301.6	-	1	1	0.40
					304.7	1	-	1	0.40
					345.6	-	1	1	0.40
					Total	235	15	250	100.00

Cuadro 22. Arboles con pudrición de médula de *Fagus*. Zacualtipán, Hidalgo.

D 2 (cm)	leve	grave	Total	Porcentaje	D:2 (cm)	leve	grave	Total	Porcentaje
3.1	2	-	2	1.64	109.9	1	-	1	0.82
9.4	5	-	5	4.10	113.1	1	-	1	0.82
12.6	2	1	3	2.46	116.2	2	1	3	2.46
14.1	-	1	1	0.82	119.4	2	1	3	2.46
15.7	1	-	1	0.82	122.5	1	-	1	0.82
18.8	2	-	2	1.64	128.8	1	-	1	0.82
21.9	2	-	2	1.64	131.9	1	-	1	0.82
25.1	2	-	2	1.64	138.2	1	-	1	0.82
28.3	2	1	3	2.46	147.6	1	-	1	0.82
31.4	5	1	6	4.92	150.8	1	-	1	0.82
32.9	1	-	1	0.82	153.9	1	-	1	0.82
34.5	2	1	3	2.46	157.1	1	-	1	0.82
37.7	1	1	2	1.64	160.2	1	-	1	0.82
39.3	1	-	1	0.82	163.4	1	-	1	0.82
40.8	2	-	2	0.82	169.6	1	-	1	0.82
43.9	4	-	4	3.28	172.8	-	1	1	0.82
47.1	3	1	4	3.28	177.5	1	-	1	0.82
50.3	2	-	2	1.64	185.3	1	-	1	0.82
53.4	2	-	2	1.64	191.6	-	1	1	0.82
56.5	3	-	3	2.46	194.8	2	-	2	1.64
59.7	1	-	1	0.82	197.9	1	-	1	0.82
61.3	1	-	1	0.82	210.5	-	1	1	0.82
62.8	1	-	1	0.82	216.8	1	-	1	0.82
65.9	2	-	2	1.64	226.2	1	-	1	0.82
69.1	3	-	3	2.46	229.3	-	2	2	1.64
75.4	2	-	2	1.64	241.9	1	-	1	0.82
78.5	2	-	2	1.64	251.3	1	-	1	0.64
81.7	1	1	2	1.64	267.0	1	-	1	0.82
84.8	-	1	1	0.82	276.5	1	-	1	0.82
87.9	4	-	4	3.28	279.6	1	-	1	0.82
92.7	1	-	1	0.82	289.0	-	1	1	0.82
94.2	2	-	2	1.64	304.7	1	-	1	0.82
97.4	1	-	1	0.82	311.0	1	-	1	0.82
100.5	1	-	1	0.82	345.6	-	1	1	0.82
103.7	3	-	3	2.46	361.3	1	-	1	0.82
106.8	3	1	4	3.28					
Total	103	19	122	100.04	≠	100.00			

Cuadro 23. Arboles con daño en el brote aéreo o copa de *Fagus*. Zacualtipán, Hidalgo.

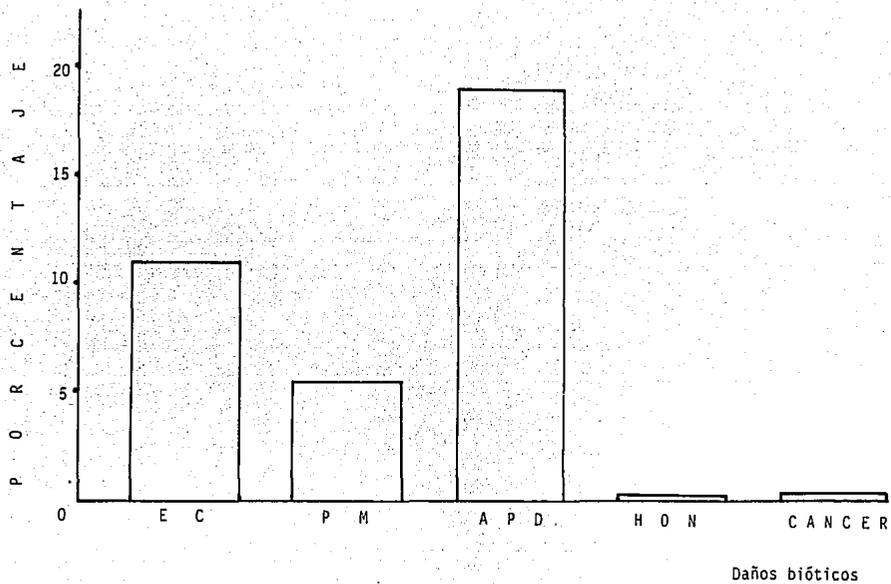
D 2 (cm)	Cantidad del brote aéreo o copa afectada	No. de árboles	Porcentaje
0.9	0.9	1	0.26
1.2	0.9	1	0.26
1.6	0.9	1	0.26
3.1	del 0.1 al 0.9	94	24.35
6.3	del 0.1 al 0.9	122	31.61
9.4	del 0.1 al 0.9	80	20.73
12.6	del 0.1 al 0.9	37	9.59
15.7	del 0.1 al 0.9	16	4.15
18.8	del 0.3 al 0.5 y del 0.7 al 0.9	10	2.59
21.9	del 0.3 al 0.4 y del 0.6 al 0.8	9	2.33
25.1	del 0.2 al 0.5	4	1.04
28.3	del 0.4 al 0.5 y 0.5	3	0.78
31.4	0.8	2	0.52
34.5	0.3 y 0.5	3	0.78
40.8	0.3	1	0.26
56.5	0.3	1	0.26
210.5	0.8	1	0.26
Total		386	100.03 ≈ 100.00

Cuadro 24. Arboles de *Fagus* afectados en el brote aéreo o copa. Zacualtipán, Hidalgo.

Altura metros	Porcentaje del brote aéreo o copa afectado									Total	Porcentaje
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9		
1	—	—	—	—	1	2	—	—	3	6	1.59
1.5	1	1	2	—	2	1	2	2	1	12	3.17
1.7	—	—	1	3	1	—	1	2	—	8	2.12
1.8	—	—	—	—	—	—	1	—	1	2	0.53
1.9	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	0.26
2	4	1	6	13	13	10	13	12	12	84	22.22
2.5	5	2	4	8	6	10	9	3	6	53	14.02
3	—	5	9	6	13	7	11	7	3	61	16.14
3.5	1	1	2	4	1	2	—	2	—	13	3.44
4	4	3	9	6	5	3	5	4	3	42	11.11
4.5	—	2	1	1	—	—	—	—	—	4	1.06
5	—	3	9	4	3	3	5	6	2	35	9.26
6	2	2	2	8	6	1	2	4	1	28	7.41
7	—	1	3	—	3	2	—	2	3	14	3.70
8	—	1	—	3	—	—	1	—	2	7	1.85
9	—	1	1	1	2	—	—	—	—	5	1.32
10	—	—	—	—	—	1	—	2	—	3	0.79
Total	18	23	49	57	56	42	50	46	37	378	100.00

Cuadro 25. Árboles de *Fagus* afectados por hongos y cáncer: Zacualtipán, Hidalgo.

D. 2 (cm)	hongos	cáncer	Total	Porcentaje
12.6	-	1	1	5.0
15.7	-	1	1	5.0
18.8	-	1	1	5.0
31.4	-	1	1	5.0
37.7	-	1	1	5.0
59.7	1	-	1	5.0
65.9	-	1	1	5.0
69.9	-	1	1	5.0
75.4	-	1	1	5.0
84.8	-	1	1	5.0
116.2	-	1	1	5.0
119.4	1	-	1	5.0
125.7	-	1	1	5.0
131.9	1	-	1	5.0
150.8	-	1	1	5.0
169.6	1	-	1	5.0
194.8	1	-	1	5.0
238.8	1	-	1	5.0
304.7	1	1	2	5.0
Total	7	13	20	100.0



E C = Enfermedad de la corteza
 P M = Pudrición de la médula
 APD = Apices dañados
 HON = Hongos

Figura 16. Porcentaje de los daños bióticos que presentan los árboles de

Fagus. Zacualtipán, Hidalgo.

4.3.c Teziutlán, Puebla.

El análisis de la normalidad para los datos del arbolado de esta localidad, se obtuvieron bajos valores de D, lo cual indica que las variables del diámetro basal (D1), el diámetro normal (D2), altura total (H) y cobertura (COB) tienen una distribución normal (se acepta la hipótesis nula).

El muestreo en esta localidad cubrió las laderas de las lomas que se encuentran en la carretera Teziutlán, Pue.-Tlapacoyan, Ver., desde el kilómetro 10 al 12; abarcando una superficie aproximada de 30 hectáreas.

Los árboles tienen un diámetro basal promedio (D1) de 134.58 ± 3.68 cm; el diámetro a la altura del pecho (D2) tiene una media aritmética de 111.62 ± 3.33 cm. La altura total (H) promedio es de 18.69 ± 1.53 m; y la cobertura (COB) media es de 4.80 ± 0.31 m ($\bar{X} \pm 1.96 S_x$ al 95% de probabilidad) (Cuadro 26).

Se obtuvieron 14 árboles bifurcados (8.75% de un total de 160). Bifurcados antes del diámetro normal fueron 5 (35.71%) después de esta altura 9 individuos (64.28%), también estaban con este daño (Cuadro 31).

Con daño en el fuste se encontraron 38 especímenes (23.75%); todos los árboles tienen la corteza dañada por el fuego principalmente y además presentan otras afectaciones de origen mecánico. Había un árbol que presentaba el fuste parcialmente sin corteza (2.63%). El mayor daño en el fuste, después del fuego, fue el ocasionado por rayos (23.68%). El registro menor de afectación fue el ocasionado por la caída de otro árbol (2.63%); un tocón con retoños perjudicado por la caída de otro árbol (2.63%), y un individuo seriamente afectado por fuego y rayo (2.63%) (Cuadro 32, fig. 21).

Se registraron 20 árboles mal conformados (12.50% de la población total). De ellos 8 (40%) perdieron la punta principal y 12 (60%) tenían una conformación defectuosa (Cuadro 33, fig. 21).

Dentro de la población de 160 individuos se encontraron 4 (2.5%) con la enfermedad de la corteza leve (Cuadro 34, fig. 22).

Enfermos con pudrición de la médula se tuvieron 33 árboles (20.62%). De ellos presentaban pudrición leve 24 (72.73%) y 9 con pudrición grave (27.27%) (Cuadro 35, fig. 22).

Se observaron 4 árboles (2.5%) afectados en la copa en un 50% de su volumen total (Cuadro 36, fig. 22).

El registro del daño por hongos es sólo para un árbol de 2.5 m de diámetro normal. No hubo árboles con cáncer.

De acuerdo al estado fitosanitario y a las observaciones efectuadas en este sitio, la población de *Fagus* de Teziutlán, Pue., se encuentra seriamente afectada. En este sitio hay muy poco renuevo, ya que el fuego elimina a las plántulas. La escasa regeneración se observa en lugares con 100% de pendiente.

Aunque hay una distribución cercana a la normal de los diámetros (D1 y D2), estos datos sólo son útiles para 1991, ya que en la zona se efectúan cortas clan destinadas para abrir más terrenos al cultivo.

Cuadro 26. Análisis de normalidad para las variables de los árboles de *Fagus*. Teziutlán, Puebla.

Variables (unidades)	n	\bar{x}	S	S ²	$\frac{S}{\bar{x}}$	C. V.	Valores		Probabilidad normal
							mínimo	máximo	
D 1 (cm)	160	134.58	23.80	566.67	1.88	55.57	1.5	351.8	D =0.05
D 2 (cm)	160	111.62	21.55	464.23	1.70	60.63	1.5	317.3	D =0.05
Altura (m)	160	18.69	9.94	98.81	0.78	53.17	0.5	40.0	D =0.09
Cobertura (m)	160	4.80	2.09	4.38	0.16	43.56	0.2	9.0	D =0.11

D 1 = diámetro basal

D 2 = diámetro normal

n = número de observaciones

\bar{x} = media aritmética

S = desviación estándar

S² = varianza

$\frac{S}{\bar{x}}$ = desviación estándar de la media

C.V. = coeficiente de variación

Cuadro 27. Datos del diámetro basal (D1) de los árboles de *Fagus*. Teziutlán, Puebla.

Categoría diamétrica (cm)	No. de individuos	Porcentaje Acumulado	Frecuencia (%)
0.1- 20	10	6.3	6.3
20.1- 40	12	13.7	7.4
40.1- 60	7	18.1	4.4
60.1- 80	13	26.2	8.1
80.1-100	8	31.3	5.1
100.1-120	20	43.8	12.5
120.1-140	16	53.7	9.9
140.1-160	16	53.7	9.9
160.1-180	17	73.1	10.6
180.1-200	11	80.0	6.9
200.1-220	12	87.5	7.5
220.1-240	9	93.1	5.6
240.1-260	3	95.0	2.5
260.1-280	3	96.9	1.3
280.1-300	2	98.1	1.25
300.1-320	1	98.7	0.6
"	-	-	-
336.1	1	99.4	0.6
"	-	-	-
351.8	1	100.00	0.6
Total 160			

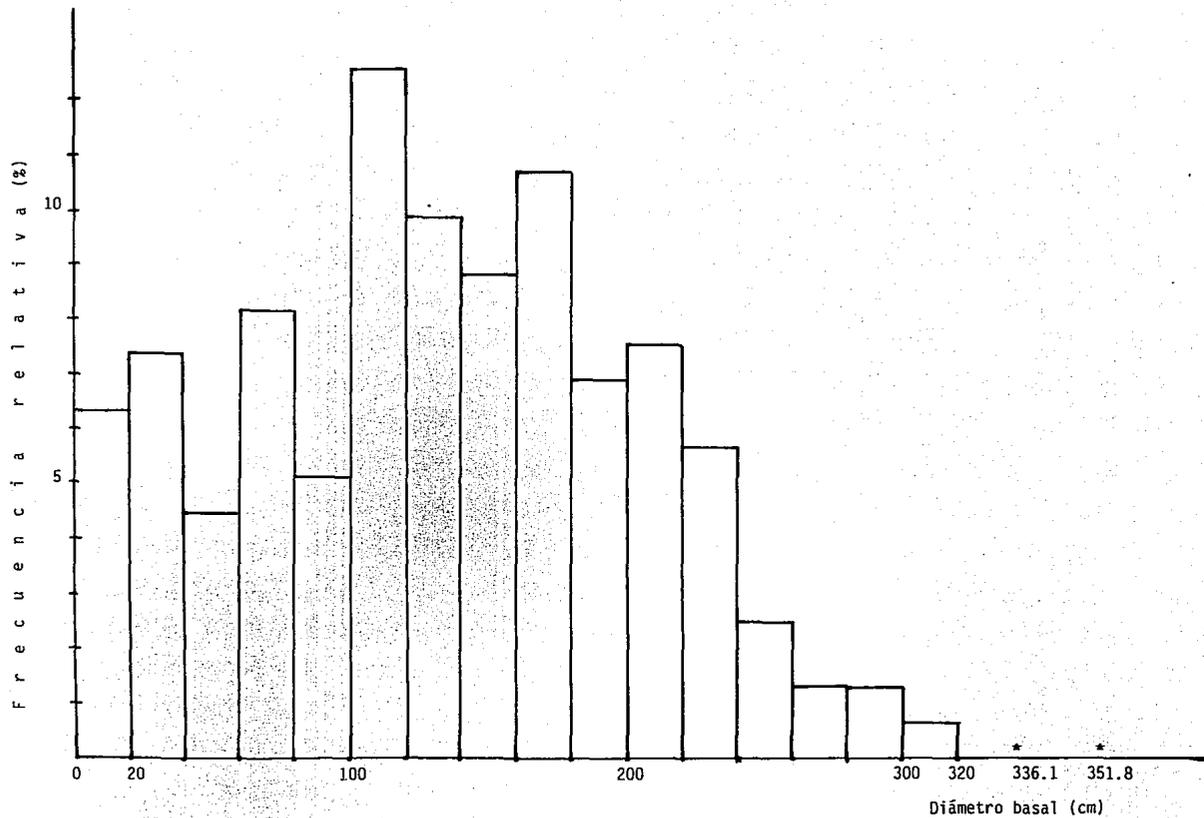


Figura 17. Distribución de los valores del diámetro basal (DI) de los árboles de *Fagus*.
Teziutlán, Puebla.

Cuadro 28. Datos del diámetro normal (D2) de los árboles de *Fagus*. Teziutlán, Puebla.

Categoría diamétrica (cm)	No. de individuos.	Porcentaje Acumulado	Frecuencia (%)
0.1- 20	19	11.9	11.9
20.1- 40	9	17.5	5.6
40.1- 60	9	23.1	5.6
60.1- 80	15	32.5	9.4
80.1-100	16	42.5	10.0
100.1-120	23	56.9	14.4
120.1-140	16	66.9	10.0
140.1-160	17	77.5	10.6
160.1-180	10	83.7	6.3
180.1-200	10	90.0	6.3
200.1-220	8	95.0	5.0
220.1-240	1	95.6	0.6
240.1-260	3	97.5	1.87
260.1-280	2	98.7	1.25
=	-	-	-
300.1-320	2	100.0	1.25
Total	160		

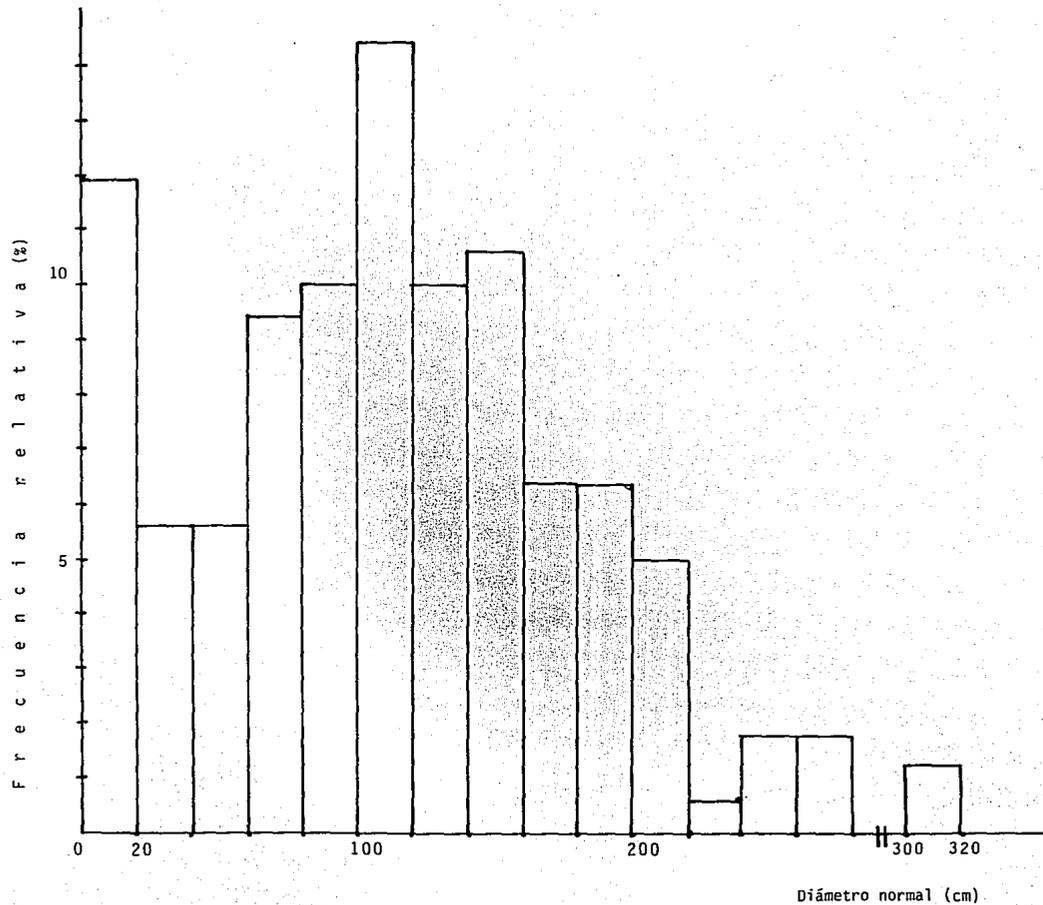


Figura 18. Distribución de los valores del diámetro normal (D2) de los árboles de *Fagus*.

Teziutlán, Puebla.

Cuadro 29. Datos de la altura total (H) de los árboles de *Fagus*. Teziutlán, Puebla.

Al t u r a (m)	No. de individuos	Porcentaje Acumulado	Frecuencia (%)
0.5- 5.0	23	14.40	14.37
5.1-10.0	15	23.70	9.38
10.1-15.0	27	50.60	16.87
15.1-20.0	27	57.50	16.88
20.1-25.0	18	68.80	11.25
25.1-30.0	33	89.40	20.65
30.1-35.0	15	98.70	9.33
35.1-40.0	2	100.00	1.25
Total		160	

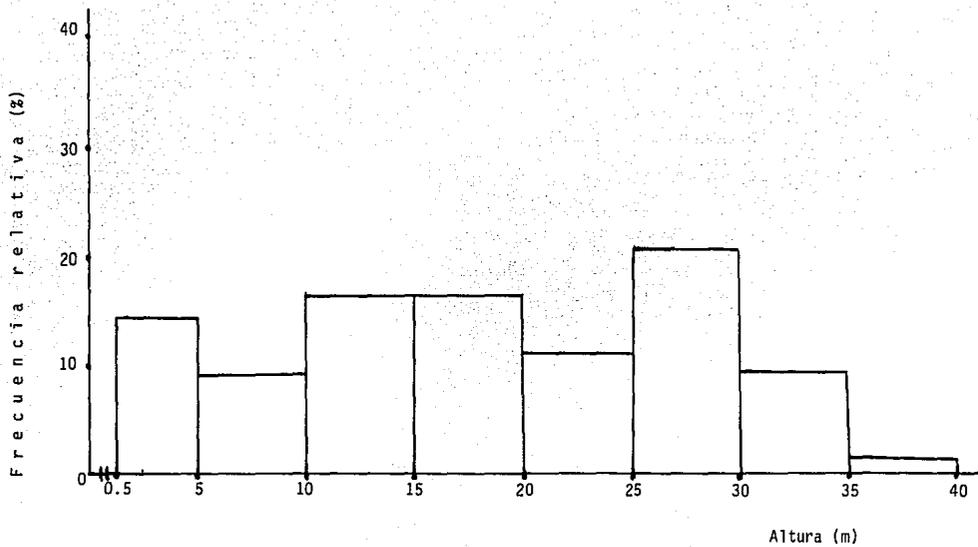


Figura 19. Distribución de los valores de la altura total (H) de los árboles de *Fagus*. Teziutlán, Puebla.

Cuadro 30. Datos de la cobertura (COB) de los árboles de *Fagus*. Teziutlán, Puebla.

C o b e r t u r a (m)	No. de individuos	Porcentaje Acumulado	Frecuencia (%)
0.2-1.0	3	1.9	1.87
1.1-2.0	23	16.2	14.38
2.1-3.0	22	30.0	13.75
3.1-4.0	19	41.9	11.87
4.1-5.0	30	60.6	18.75
5.1-6.0	27	77.5	16.88
6.1-7.0	17	88.1	10.63
7.1-8.0	13	96.2	8.13
8.1-9.0	6	100.0	3.75
	Total	160	

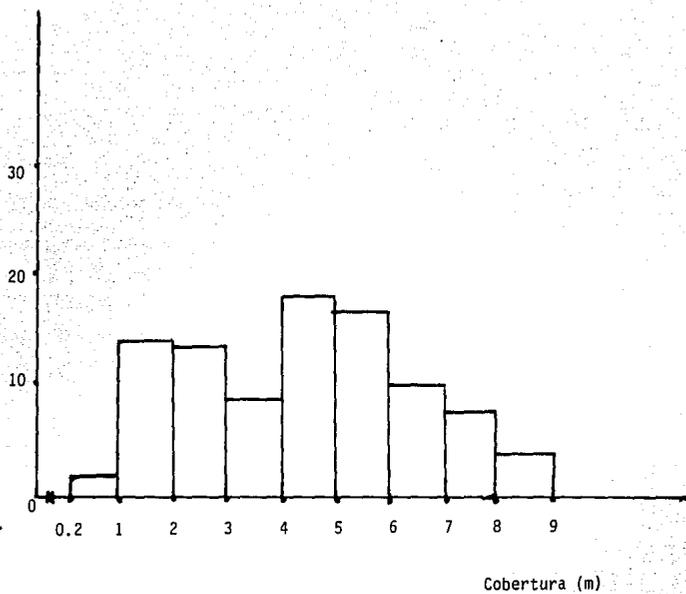


Figura 20. Distribución de los valores de la cobertura (COB) de los árboles de *Fagus*. Teziutlán, Puebla.

Cuadro 31. Árboles de *Fagus* bifurcados. Teziutlán, Puebla.

D 2 (cm)	Bif < 1.3 m	Bif > 1.3 m	Total	Porcentaje
28.3	1	-	1	7.14
69.1	-	1	1	7.14
81.7	1	-	1	7.14
100.5	-	1	1	7.14
103.7	1	-	1	7.14
106.8	-	1	1	7.14
131.9	-	1	1	7.14
135.1	-	1	1	7.14
141.4	1	-	1	7.14
144.5	-	2	2	14.29
150.8	1	-	1	7.14
191.6	-	1	1	7.14
241.9	-	1	1	7.14
	Total 5	9	14	99.97 = 100

Bif < = bifurcado antes

Bif > = bifurcado después

Cuadro 32. Arboles de *Fagus* con fuste dañado. Teziutlán, Puebla.

D 2 (cm)	A A	C C	F F	F G	F I	G G	G H	H H	I I	Total	Porcentaje
0	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4	10.53
6.3	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	2.63
37.7	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	2.63
47.1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	2.63
56.5	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	2.63
59.7	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	2.63
62.8	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	2.63
65.9	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	2.63
72.2	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	2.63
81.7	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	2.63
91.1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	2.63
97.4	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	2.63
100.5	-	-	1	-	-	-	-	1	-	2	5.26
109.9	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	2.63
116.2	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	2.63
122.5	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	2.63
125.7	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	2.63
128.8	-	-	-	-	-	1	-	1	-	2	5.26
131.9	1	-	1	-	-	-	-	-	-	2	5.26
135.1	-	-	2	-	-	-	-	1	-	3	7.89
150.8	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	2.63
160.2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	2.63
172.8	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	2.63
179.1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	2.63
188.5	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	2.63
201.1	-	-	-	1	-	1	-	-	-	2	5.26
210.5	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	2.63
235.6	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	2.63
304.7	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	2.63
Total	1	4	7	1	1	9	1	9	5	38	99.95=100

Cuadro 33. Arboles de *Fagus* mal conformados. Tezcutlán, Puebla.

D 2 (cm)	A	C	Total	Porcentaje
18.8	1	1	2	10
25.1	-	1	1	5
37.7	1	-	1	5
47.1	1	-	1	5
81.7	-	1	1	5
100.5	1	-	1	5
103.7	-	2	2	10
106.8	-	1	1	5
109.9	-	1	1	5
116.2	1	-	1	5
125.7	1	-	1	5
135.1	1	-	1	5
150.8	-	1	1	5
160.2	-	1	1	5
175.9	-	1	1	5
191.6	-	1	1	5
194.8	-	1	1	5
201.1	1	-	1	5
Total	8	12	20	100

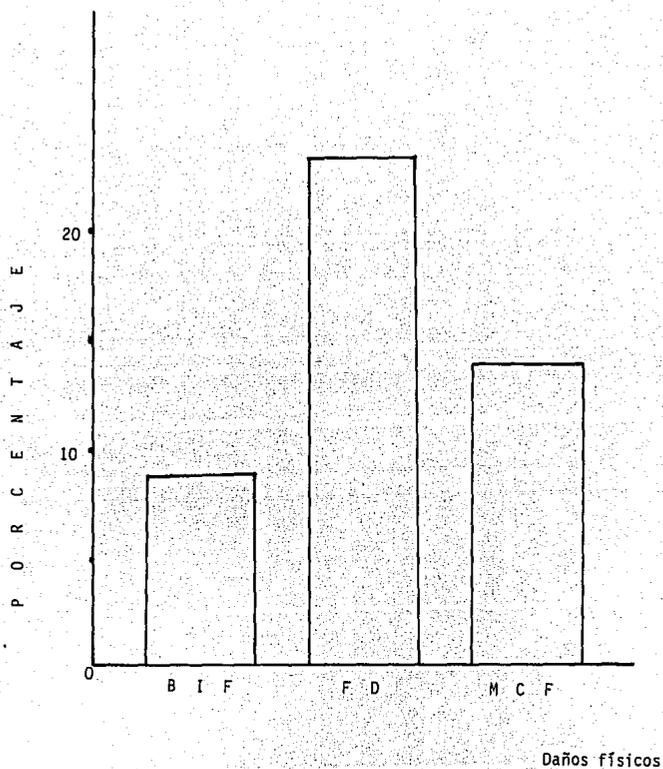


Figura 21. Porcentaje de los daños físicos que presentan los árboles de *Fagus*. Teziutlán, Puebla.

Cuadro 34. Arboles de *Fagus* afectados por enfermedad de la corteza.
Teziutlán, Puebla.

D. 2 (cm)	leve	Total	Porcentaje
116.2	1	1	25.0
135.3	1	1	25.0
201.1	1	1	25.0
304.7	1	1	25.0
Total	4	4	100.0

Cuadro 35. Arboles de *Fagus* con pudrición de la médula. Teziutlán, Puebla.

D 2 (cm)	leve	grave	Total	Porcentaje
18.8	1	-	1	3.03
21.9	-	1	1	3.03
47.1	1	-	1	3.03
72.2	2	-	2	6.06
81.7	-	1	1	3.03
84.8	1	-	1	3.03
91.1	-	1	1	3.03
94.2	1	1	2	6.06
100.5	1	1	2	6.06
103.7	2	-	2	6.06
109.9	2	-	2	6.06
116.2	2	-	2	6.06
122.5	1	-	1	3.03
128.8	1	-	1	3.03
135.1	1	-	1	3.03
144.5	1	-	1	3.03
150.8	2	-	2	6.06
160.22	-	1	1	3.03
194.8	-	1	1	3.03
201.1	1	-	1	3.03
204.2	-	1	1	3.03
210.5	1	-	1	3.03
251.3	1	1	2	6.06
270.2	1	-	1	3.03
304.7	1	-	1	3.03
Total	24	9	33	99.99 = 100.00

Cuadro 36. Árboles de *Fagus* afectados en su copa. Teziutlán, Puebla.

D 2 (cm)	Copa con daño en 0.5 de su totalidad	Nó. de árboles	Porcentaje
91.1	1	1	25.0
109.9	1	1	25.0
135.1	1	1	25.0
210.5	1	1	25.0
Total	4	4	100.0

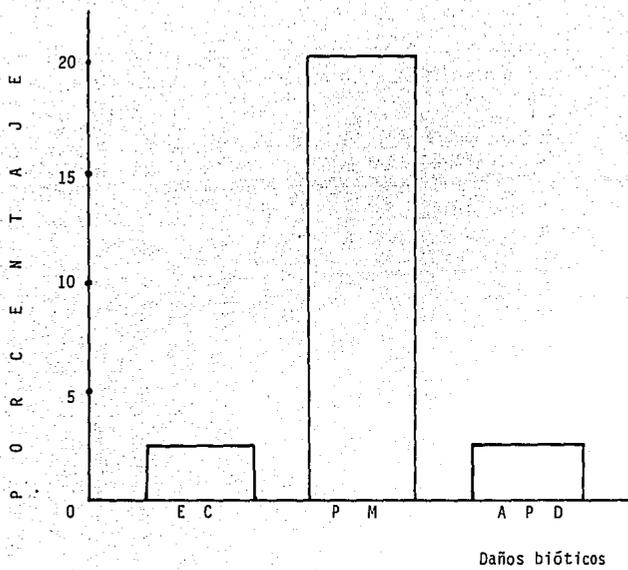


Figura 22. Porcentaje de los daños bióticos que presentan los árboles de *Fagus*. Teziutlán, Puebla.

Figura 5. Familia de *Fagus grandifolia* ssp.
maximiliana de Teziuclán, Puebla.



5. Discusión

5.0 Discusión

5.1 Categoría Taxonómica (Relaciones Fenéticas)

Cuando el profesor Maximino Martínez describió al haya de México como *Fagus mexicana*, la designación es esa época fue correcta y apegada a las reglas del Código Internacional de Nomenclatura Botánica (1978) (artículos 6, 7, 29, 31, 32 y 45 (*Ibid.*)). Nombró el tipo, efectuó la publicación del nombre en un medio de divulgación establecido, etc. (Martínez, 1939 a, 1939 b, 1940). Sin embargo, las razones que proporciona para designarla como una especie nueva no fueron las adecuadas, ya que consideró que el árbol había sido plantado por los españoles con semillas procedentes de Europa, y que ahora después de 300 años se tiene un bosque. La base de esta conjetura provino del nombre vulgar -haya-, ya que tanto en España como en los Montes de Zacatlamaya, Hgo., así se le denomina. Por otro lado, cuando mostró a un español un ejemplar, éste mencionó que era muy diferente al haya europea. Como no tenía material con el que pudiera comparar, envió unas muestras al herbario de The Royal Botanic Gardens (KEW), en Inglaterra, para que le indicaran los especialistas si la designación taxonómica era correcta, lo cual fue positivo (Martínez, 1940).

Little (1965) ubicó al haya mexicana como *Fagus grandifolia* var. *mexicana*. La fundamentación de este cambio al nivel infraespecífico se debe por un lado, a las anotaciones de herbario hechas por Camp (1954), y por otra parte, a la revisión de la variación racial que hizo Rushmore (1961). No obstante, Rushmore no efectuó dicha revisión y además sólo especuló de que *Fagus mexicana* estuviera emparentada con el haya gris del este de EUA, es decir, con las poblaciones de *Fagus grandifolia* que se encuentran en: Los Grandes Lagos, Nueva Escocia, Nueva York, Nueva Hampshire, Vermont y Maine.

Desde que Little estableció que el haya de México era una variedad de la del este de EUA, no se fundamentó esta conjetura; se hicieron estudios de variación morfológica (Cooper y Mercer, 1977), y de análisis de la superficie foliar con microscopía electrónica de barrido (Hardin y Johnson, 1985), y en ninguno se incluyeron muestras del haya mexicana.

Murray (1983) publicó una lista de 60 taxa, a los cuales les da un nuevo nivel infraespecífico, e incluye en esa lista al haya de México designándola

como *Fagus grandifolia* ssp. *mexicana*. No estableció que metodología o análisis, sirvió de base para esta nueva combinación, por lo cual su uso en la literatura no es válido.

Cuando se denomina a una especie nueva, debe tomarse en cuenta que ella representa un conjunto de poblaciones, las cuales están relacionadas, es decir, que dentro de la especie las poblaciones presentan variación. Así cuando Camp (1954) designó las variedades de *Fagus grandifolia* pudo establecer las relaciones que existían entre las diversas poblaciones de este taxón.

A nivel biogeográfico la teoría que más se ha aceptado es que *Fagus grandifolia* migró del este de EUA hacia México durante el Pleistoceno (Martin y Harrel, 1957). En EUA se han efectuado estudios estratigráficos del polen de *Fagus grandifolia* para determinar la dispersión del taxón (Bennet, 1985). En México no se conoce cómo se ha llevado a cabo este proceso. Este tipo de estudios han unificado y fundamentado las relaciones que hay entre las diversas poblaciones.

Una especie abarca la variación existente entre sus poblaciones, para manejar parte de dicha variación los sistemáticos vegetales utilizan tres categorías infraespecíficas con el fin de tener un reconocimiento taxonómico formal a la variación que existe dentro de las especies. Estas son subespecie, variedad y forma. Los términos subespecie y variedad se aplican a poblaciones de especies en varios estados de diferenciación. Durante el proceso de adaptación a diferentes hábitats, las poblaciones locales llegan a ser genéticamente distintas. Esta diferenciación se refleja tanto en la morfología como en la fisiología. A estas poblaciones con esta diferenciación se les denomina ecotipos. Estos ecotipos constituyen la base de las subespecies o variedades. Cuando los ecotipos presentan mayor variación se les denomina subespecies; el término variedad se aplica a las especies que tienen subdivisiones geográficas, con menor grado de variación que la anterior (Jones, 1988).

Aunque la denominación de una variedad o subespecie parezca una tarea arbitraria, es indispensable que refleje las diferentes relaciones que guardan las poblaciones de un taxón, para ello es necesario que se parta del conocimiento *a priori*, es decir, que se considere la información biogeográfica, la variación racial, y otros análisis.

En este trabajo se acepta que el haya de México es *Fagus grandifolia* ssp. *mexicana*, ya que se admite la teoría biogeográfica de Martín y Harrel (1957), y además el análisis morfológico de éste estudio indica que éste taxón presenta caracteres cuantitativos semejantes con los de la especie. El índice foliar (IF) la coloca dentro del grupo de *Fagus grandifolia*. Las semejanzas que tiene la subespecie con la especie son: de manera cualitativa la forma y color; y en cuanto a dimensiones el ancho de la hoja y el largo del pecíolo.

Las diferencias de la especie y la subespecie son: un alto IF (la discontinuidad es de más de 43 unidades con respecto a la especie), el largo de la hoja, el número de dientecillos a ambos lados de la lámina y el número de nervaduras secundarias a ambos lados.

5.2 Distribución Actual

Fagus grandifolia ssp. *mexicana* se distribuye en México de manera discontinua. Esto tal vez esté correlacionado con las condiciones ecológicas de cada localidad, ya que se ha mencionado en la literatura que su presencia en México se debe a que migró a nuestro país durante la última glaciación del Pleistoceno, hace aproximadamente 7 000 años (Huntley y Webb, 1989).

Se encuentra en Tamaulipas (Ojo de Agua del Indio y Casa de Piedra); San Luis Potosí (Xilitla); Hidalgo (Montes de Zacamaya, Tutotepec, Tlanchinol y Tenango de Doria); y en Puebla (carretera Teziutlán-Tlapacoyan, Ver.).

5.2.1 Características Dendrológicas, Fenológicas y Silvícolas

Fagus grandifolia ssp. *mexicana* es un árbol que desarrolla un sistema radicular superficial. Presenta ectomicorrizas, principalmente hongos agaricales. La corteza es delgada, lisa, de color gris claro.

Por las características estructurales (fuste, copa y hábito de las ramas) se le considera un árbol de excelentes características forestales.

Su altura máxima (de 30 a 40 m y a veces más) lo coloca a nivel mundial en el décimo quinto lugar y, en el nacional está en el cuarto sitio (Apéndice D).

El ciclo fenológico, tanto de *Fagus grandifolia* como el de *F. grandifolia* ssp. *mexicana* es similar. Sin embargo, en la periodicidad de la producción de las

semillas este ciclo es cada tres años en la especie, y en la subespecie se cree que los años semilleros tengan lugar, cada siete (información proporcionada por los habitantes de los Montes de Zacatlamaya, Hgo.); esta sería otra razón más para considerar al taxón mexicano como una subespecie, ya que hay otra diferencia a nivel fisiológico.

La reproducción vegetativa se confirmó sólo en la producción de brotes vigorosos y abundantes en los tocones que se encontraron en Teziutlán, Pue. (en zonas muy perturbadas); en Zacualtipán, Hgo., se encontraron muy pocos y con menor vigor comparados con los de la localidad anterior.

El fuego y las heladas son factores que debilitan a *Fagus grandifolia* ssp. *mexicana*, y que producen la muerte de plántulas y arbolitos, estos últimos menores de 2 m de alto.

El árbol presenta enfermedad de la corteza y pudrición de la médula, pero no se determinó el (o los) agente (s) causal (es).

Es importante la presencia de defoliadores antes de que finalice la época de lluvias, tampoco se identificó la (s) especie (s).

Hay susceptibilidad al ataque en la raíz por *Fomes* y *Polyporus*, además de que en muy baja probabilidad el fuste desarrolla cáncer.

5.3 Muestreo de las Poblaciones

Casa de Piedra, Tamaulipas.

Se encontraron 26 árboles en 3 hectáreas aproximadamente, con diámetro normal promedio de 95.57 ± 28.68 cm y altura total media de 17.90 ± 4.82 m. En cuanto al estado fitosanitario del arbolado, este solo presenta daños físicos en el 38.46% de la población.

Se piensa que en este estado haya una cifra menor a los 100 árboles de *Fagus grandifolia* ssp. *mexicana*.

Zacualtipán, Hidalgo.

Se encontraron en 10 (o 12) hectáreas aproximadamente, 2 106 árboles con diámetro normal promedio de 41.28 ± 2.26 cm y la altura total media es de 10.71 ± 0.45 m. Aquí se encontraron varios individuos de más de 40 m de alto.

En cuanto al estado fitosanitario se considera regular, ya que si se sumara el número de árboles afectado por cada uno de los factores físicos y bióticos se tienen 1 323 individuos, es decir, 62.28% pero de ellos hay árboles que están afectados hasta por cuatro diferentes daños (físicos y bióticos), por lo que este porcentaje puede reducirse.

Si se calcula el número total de esta población se tendría que pensar en una distribución homogénea. Entonces si en 10 hectáreas hay 2 106 individuos, en 40 habrá aproximadamente, 8 424.

En general se calcula que en Hidalgo existan alrededor de 10 000 árboles en total.

Teziutlán, Puebla.

Se encontraron 160 árboles con diámetro a la altura del pecho promedio de 111.62 ± 10.46 cm y altura media de 18.69 ± 1.53 m. Respecto al estado fitosanitario se encontró que todo el arbolado presentaba daños en la corteza por el fuego y otros agentes físicos. En general, sumando todos los individuos afectados se tendría el 71.25% de la población, aunque este número puede reducirse, ya que hay árboles afectados por dos factores diferentes.

Ehnis (*op. cit.*) encontró en una propiedad privada de ésta localidad 86.6 individuos por hectárea.

En total se calcula que en 1991 había 400 individuos, pero este número disminuye mensualmente, ya que el árbol "estorba" a los intereses agrícolas de los habitantes del lugar.

Es probable que a fin de siglo solo exista *Fagus grandifolia* ssp. *mexicana*, en la propiedad privada, considerando que los dueños del predio no hicieran cambios en el mismo.

5.4 Conservación

A nivel nacional se podría considerar que *Fagus grandifolia* ssp. *mexicana* es un taxón en peligro de extinción, ya que su número es inferior a 20 000 individuos. Sin embargo, considerando los siguientes factores: a) La distribución localizada, b) la competencia entre el hombre y el árbol, y c) el ciclo de vida de *F. grandifolia* ssp. *mexicana*, se observa que en cada localidad del país su estado de conservación es diferente.

Analizando cada uno de los factores se tiene que:

a) En cuanto a la distribución de *Fagus grandifolia* ssp. *mexicana*, es un árbol que está entre los 1 500 a 2 000 msnm (Ehnis, 1981).

b) La competencia entre *Fagus grandifolia* ssp. *mexicana* y el hombre resulta en una deforestación irracional. El hombre compete por abastecerse de agua y alimentos. En México la población humana crece en una tasa anual al 2% y sólo el 70% de la misma tiene agua potable (Dewitt y Linden, 1992). El espacio y agua que requiere el hombre está "disponible" en el hábitat que ocupa *F. grandifolia* ssp. *mexicana*, por lo cual este árbol se derriba y destruye, el ejemplo de esto está en Teziutlán, Pue..

c) El ciclo de vida de *Fagus grandifolia* ssp. *mexicana* es muy largo. Se estima que en el caso de *F. grandifolia* durante los últimos 3 siglos se ha establecido un promedio de una plántula por 0.04 ha. cada diez años en los bosques vírgenes de Nueva Hampshire (Grant, 1989). Haciendo un cálculo proporcional en cuanto al número de individuos, para tener 20 000 árboles se requerirían entonces 80 hectáreas, en condiciones ideales, homogéneas y sin intervención humana.

Respecto a la biología reproductiva, también interviene en la densidad de la población ya que el año semillero de *Fagus grandifolia* ssp. *mexicana*, se estima que sea cada siete años. La viabilidad de las semillas es delicada, porque en condiciones ambientales pierde bastante humedad. Se desconoce el comportamiento de la germinación cuando la semilla se conserve en ambiente controlado.

En cuanto a la reproducción vegetativa, se observó que esta se estimula con la eliminación total del árbol, y es favorecida por las condiciones de disturbio (buena iluminación y eliminación total de la vegetación). Aunque no se sabe si estos brotes puedan sobrevivir y formar otro bosque. Habría que experimentar si en condiciones controladas los brotes pudieran enraizar.

Considerando lo anterior el estado de conservación en cada sitio de la República Mexicana es el siguiente:

En Tamaulipas, se considera que *Fagus grandifolia* ssp. *mexicana* es un taxón amenazado, ya que su número es muy limitado.

En Hidalgo, *Fagus grandifolia* ssp. *mexicana* está también amenazada, ya que por un lado el número se estima alrededor de los 10.000 individuos, y aunque en la localidad Montes de Zacatlamaya se encuentra bien conservada, se cree que su número disminuya, por los cambios que ha tenido la legislación de la tenencia de la tierra, y esto permite que los ejidatarios vendan o exploten este árbol que durante más de 40 años ha estado en veda en esta localidad.

En Teziutlán, Puebla, *Fagus grandifolia* ssp. *mexicana* se encuentra en peligro de desaparición, ya que el árbol lo talan los habitantes de los ejidos de Hueytamalco y Xiutetelco, por que "estorba y no produce ningún bien", además de que consideran que "la naturaleza es un bien gratuito que puede renovarse sin la intervención humana". Estas ideas pueden entenderse porque éstas personas forman parte de la sociedad marginal, ya que se encuentran en una región de la cual no son originarios, además de que no poseen los conocimientos suficientes sobre el manejo de la vegetación, su formación educativa es muy baja y no hay atención por parte de las instituciones que prestan servicios (extensión agrícola, educación, salud, etc.).

Una acción que pudiera detener la tala de *Fagus grandifolia* ssp. *mexicana* sería declarar áreas de reserva (conservación *in situ*), y como candidato a tal se encuentra la localidad de Montes de Zacatlamaya, ya que es el sitio en el que *F. grandifolia* ssp. *mexicana* posee la mayor heterogeneidad genética, esto se infiere por la gran variabilidad de clases diamétricas, además de que casi no hay disturbio antropogénico.

Sin embargo, declarar esta área de reserva se prevee como una posibilidad muy lejana, ya que por un lado, se afectaría a los 80 ejidatarios que son propietarios de este bosque y, por otra, Rzedowski (1986) recomienda que la declaración de áreas protegidas debe abarcar varios ecosistemas. En este caso sólo hay un ecosistema, el Bosque Mesófilo de Montaña. Aunque sólo es un ecosistema no solamente se protegería a una especie, ya que el bosque de *Fagus* no es uniespecífico, y por otra parte hay animales muy interesantes.

Otras alternativas de conservación *in situ* y *ex situ*, pudieran ser por una parte, efectuar plantaciones mixtas de *Fagus grandifolia* ssp. *mexicana* con especies de pinos de rápido crecimiento, como *Pinus patula* o *P. pseudostrobus*, o experimentar parcelas de algún cultivo agrícola con parcelas o incluir pocos individuos de *Fagus grandifolia* ssp. *mexicana*, para que hicieran rentable la inclusión de ésta especie, porque su crecimiento es lento.

Respecto a la propagación *ex situ* el valor que adquiere el taxón en áreas urbanas de gran concentración demográfica y con alta producción de ozono es importante, ya que se ha visto que *Fagus grandifolia* es resistente al mismo (Miller, 1988), y se infiere que *F. grandifolia* ssp. *mexicana* pudiera presentar esta cualidad. Sin embargo, no se recomienda su ubicación en calles o avenidas, deben buscarse áreas extensas, adecuadas al enraizado, estructura y desarrollo del árbol. Tampoco es ponderable como parte de una cortina "rompiviento", por su enraizado superficial.

Figura F. Ejemplar de *Ficus*
dañado por fuego.
Hueytamalco, Puebla
(noviembre, 1990).



6. Conclusiones

6.0 Conclusiones

El taxón analizado corresponde a *Fagus grandifolia* ssp. *mexicana*, ya que morfológicamente, desde el punto de vista cualitativo es similar a *F. grandifolia*. Respecto a las dimensiones *F. grandifolia* ssp. *mexicana* es análoga con la especie en los siguientes caracteres: ancho total y longitud del pecíolo. El índice foliar ubica a *F. grandifolia* ssp. *mexicana* en el grupo de *Fagus grandifolia*, ya que este índice tiene un valor de 206, mientras que en la subespecie es de 249.

Se considera que es una subespecie con base en la diferencia del índice foliar, el largo de la hoja, el número de dientecillos a ambos lados de la lámina, y el número de nervaduras secundarias a ambos lados de la misma.

El patrón de distribución en México para *Fagus grandifolia* ssp. *mexicana* es discontinuo, ya que solamente se encuentra en: Tamaulipas (Casa de Piedra y Ojo de Agua del Indio); San Luis Potosí (Xilitla); Hidalgo (Montes de Zacatlamaya, Tutotepec, Tenango de Doria y Tlanchinol); y en Puebla (Teziutlán).

Fagus grandifolia ssp. *mexicana* es un árbol que alcanza más de 30 m de alto (excepcionalmente hasta más de 40), el diámetro a la altura del pecho es de 41.28 ± 0.72 cm, aunque hay árboles que pueden exceder los 3 m de ésta dimensión; la cobertura es de 2.58 ± 0.09 m (al 95% de probabilidad). Sus características silvícolas son: corteza lisa y delgada, lo cual lo hace muy susceptible al fuego; el fuste recto con buena poda natural; la copa elíptica. Los daños físicos inician el deterioro de los árboles. Presentan enfermedad de la corteza y pudrición de la médula de origen etiológico desconocido. También hay cierta disposición a la infección de las raíces por hongos *Fomes* y *Polyporus*.

La población de *Fagus grandifolia* ssp. *mexicana* que mejores condiciones fitosanitarias presenta es la de Casa de Piedra, Tamaulipas, ya que el arbolado sólo presenta daños físicos en un 38.46%.

La población de los Montes de Zacatlamaya, Hidalgo, se encuentra en regular o adecuado estado fitosanitario, ya que el 37.74% tiene daños físicos y el 37.08% se encuentra afectada por agentes bióticos.

La población más afectada es la de Teziutlán, Puebla, en el sentido de que el arbolado ha desaparecido y además de que la vegetación indígena relictual es menoscabada constantemente por el fuego. El 45% de la población tiene daños

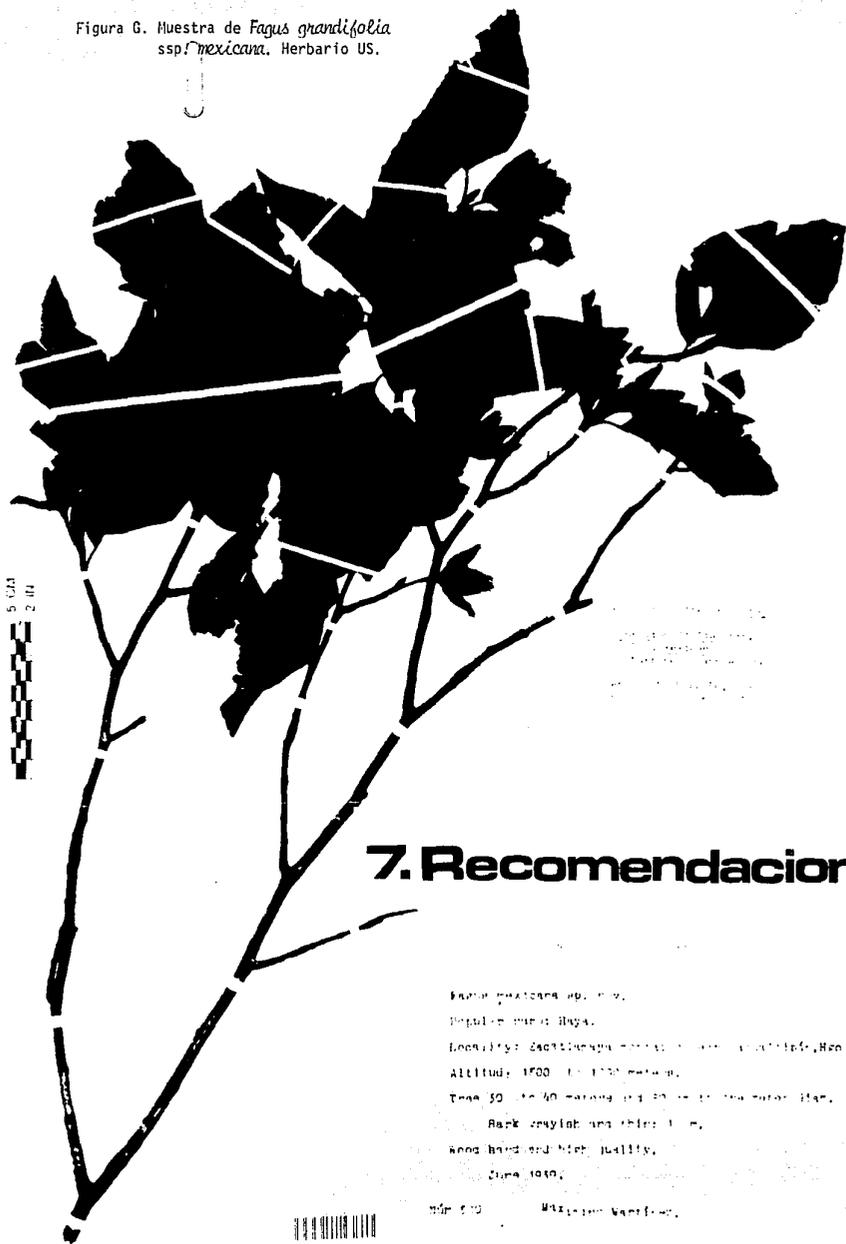
físicos y el 26.25% lo está por agentes bióticos.

Por otra parte, más que los agentes físicos y bióticos que perturben a *Fagus grandifolia* ssp. *mexicana*, lo que más la afecta es la destrucción de su hábitat.

A nivel nacional se le considera como una especie amenazada, por la presión que la población humana ejerce, ya que los daños físicos y enfermedades que presentan las poblaciones de *Fagus grandifolia* ssp. *mexicana* no son tan determinantes en la mortalidad de los individuos, en contraste con la tala y el fuego que sí afectan la densidad de cada población.

Sólo se considera en peligro de extinción en el estado de Puebla, ya que, en Teziutlán *Fagus grandifolia* ssp. *mexicana* es derribada para introducir cultivos y ganado, en las demás localidades se le considera como una especie amenazada.

Figura G. Muestra de *Fagus grandifolia*
ssp. *mexicana*. Herbario US.



7. Recomendaciones

En esta especie se recomienda:

Regar los árboles jóvenes.

Localidad: Zacatlán, estado de Puebla, México.

Altitud: 1700 m. s. n. m.

Tronco: 50 cm de diámetro a 1.30 m del suelo.

Corteza: gruesa y fibrosa.

Leña: buena y de alta calidad.

Dato: 1970.

1000 1000

México, Puebla.



7.0 Recomendaciones

1. Sería muy útil hacer estudios dendrocronológicos de *Fagus grandifolia* ssp. *mexicana*, para saber cómo se correlaciona la edad con la altura, obtener la tasa de crecimiento en diferentes condiciones ecológicas y además para hacer las estimaciones del ciclo de corta.

2. También sería adecuado efectuar los estudios de anatomía de la madera para determinar el valor tecnológico de ésta.

3. Se aconseja hacer estudios de morfología de caracteres foliares cualitativos; seminales cuantitativos y cualitativos; y anatómicos de madera y polen para hacer comparaciones con la especie y las variedades.

4. Sería conveniente hacer estudios ecológicos, ya fuera de producción de hojarasca, biomasa, sucesión, etc., para tener mejor conocimiento de diversos factores ecofisiológicos de este taxón.

5. Es recomendable como árbol de ornato, pero, en un terreno amplio que permita su adecuado crecimiento y desarrollo.

6. Es muy importante iniciar pasos hacia la conservación *in situ* y *ex situ*, dado que el taxón se encuentra como especie amenazada a nivel nacional.

8.0 Bibliografía

- Anónimo. 1977. Apuntes de Dendrometría. *Departamento de Enseñanza, Investigación y Servicio en Bosques*. ENA. Chapingo, México. 277 p.
- Baring, A., et. al., 1986. La Madera. *Blume*. Barcelona, España. 271 p.
- Bassols, A.B. 1989. Recursos Naturales de México. *Nuestro Tiempo*. 20 a. ed. 11-17 p.
- Bartlein, P.; I.C. Prentice; y T. Webb. 1986. Climatic response surfaces from pollen data from some Eastern North American taxa. *Journal of Biogeography* 13: 35-57 p.
- Bennett, K.D. 1985. The spread of *Fagus grandifolia* across Eastern North America during last 18 000 years. *Journal of Biogeography*. 12: 147-164 p.
- Boudru, M. 1986. Forêt et Sylviculture Appliquée. *Les Presses Agronomiques de Gembloux*. Gembloux, Belgique. 244 p.
- Boyce, J.S. 1961. Forest Pathology. 3 rd. ed. *Mc Graw Hill*. New York, USA. 572p.
- Bracho, R. y V.J. Sosa. 1987. Edafología. En: El Bosque Mesófilo de Montaña de Tamaulipas. *Instituto de Ecología A.C. México*. 29-37 p.
- Camp, W.H. 1940. The species problem in *Fagus* (abstract). *American Journal of Botany*. 27: 10.22 s.p.
- _____. 1950. A biogeographic and paragenetic analysis of the American beech. *American Philosophical Society Year Book*. 166-169 p.
- Cochran, W.G. y G.M. Cox. 1965. Diseños Experimentales. *Trillas*. México. 661 p.
- Cooper, A.P. y E.P. Mercer. 1977. Morphological variation in *Fagus grandifolia* Ehrh. in North Carolina. *Journal Elisha Mitchell Scientific Society*. 93: 136-149 p.

Crisci, J.V. y M.F.A. López. 1983. Introducción a la Teoría y Práctica de la Taxonomía Numérica. OEA. Monografía no. 26. Washington, USA. 132 p.

Cronquist, A. 1981. An Integrated System of Classification of Flowering Plants. Columbia University Press. New York, USA. 220-225 p.

Daniel, P.W.; U.E. Helms; y P.S. Baker. 1982. Principios de Silvicultura. Mc - Graw Hill. 492 p.

de Lassé, R.W. 1944. El haya su aprovechamiento y reglamentación. Tesis Licenciatura. ENA. Chapingo. México. 56 p.

Dewitt, P.E. y E. Linden. 1992. Summit to save Earth. *Time. The Weekly News Magazine*. 22: 18-35 p.

Dusen, P. 1907. Über die tertiäre Flora der Magellansder I. En: Nordenkjold O (ed). *Wiss. Engeb. Schwed. Exp. Magellandern*. Stockholm. 1895-1898. IV: 84-108p.

Ehnis, D.A. 1981. *Fagus mexicana* Martínez, su ecología e importancia. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias (Biología) UNAM. México. 123 p.

Ern, H. 1972. Estudio de la vegetación de la parte oriental de México Central. *Comunicaciones. Proyecto Puebla-Tlaxcala*. 6: 1-6 p.

Font Quer, P. 1976. Plantas Medicinales. El Dioscórides Renovado. *Labor*. Barcelona, España. 1033 p.

Fox, W.B. y A.J. Sharp. 1954. La distribución de *Fagus* en México. *Boletín Sociedad Botánica de México*. 17: 31-33 p.

García de M., E. 1988. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). 4a. ed. México. 217 p.

García H., M.G. 1982. Estudios Edafológicos de Cafetales del Ejido de Hueytamalco. *Tesis Licenciatura*. Facultad de Ciencias (Biología) UNAM. 82 p.

Grant, V. 1989. Especiación Vegetal. *Noriega-Limusa*. México. 587 p.

Good, R. 1974. The Geography of the Flowering Plants. 4 th Ed. *Longman*. Great Britain. 537 p.

Haines, E.M. 1965. The distribution of *Fagus grandifolia* in Hutcheson Memorial Forest, New Jersey. *Bulletin New Jersey Academy of Sciences*. 10: 12-21 p.

Hardin, J.W. y G.P. Johnson. 1985. Atlas of foliar surface features in woody plants. VIII. *Fagus* and *Castanea* (Fagaceae) of Eastern North America. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*. 112: 11-20 p.

Harlow, V.M. y E.S. Harrar. 1958. Textbook of Dendrology. *Mc Graw Hill*. New York, USA.

Harvard University, Gray Herbarium: Gray Herbarium Index 10 vols. *G.K. & Co.* Boston, Mass. 1896-1967; I y II vols. 1967-1977.

Heim, A. 1940. The front ranges of the Sierra Madre Oriental, Mexico from Ciudad Victoria to Tamazunchale. *Eglogae Geologica Helvetica*. 33: 313-352 p.

Held, M.E. 1977. Multivariate analysis of the relationship between environmental variables and reproduction in *Fagus grandifolia*. *Bulletin Ecological Society of America*. 59: 78 p.

Hernández, X.E.; H. Crum; W.M. Fox; y A.J. Sharp. 1951. A unique vegetational area in Tamaulipas. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*. 78.6: 458-463 p.

Heywood, V.H. 1985. Las Plantas con Flores. *Reverté*. Barcelona, España. 332 p.

- Hickey, L.J. 1973. Classification of the Architecture of the Dicotyledonous Leaves. *American Journal of Botany*. 60(1): 17-33 p.
- Hocker, H.W. 1979. Introducción a la Biología Forestal. AGT. México. 446 p.
- Hosie, R.C. 1969. Native Trees of Canada. *Canada Forestry Service*. Department of Fisheries and Forestry. Ottawa, Canada. 380 p.
- Houston, D.R.; E.J. Parker; y D. Lonsdale. 1979. Beech bark disease: Patterns of spread and development of the initiating agent *Criptococcus fagisuga*. *Canadian Journal of Forestry Research*. 9: 336-344 p.
- Huntley, B. y T. Webb. 1989. Migration: species' response to climatic variations caused by changes in the earth's orbit. *Biogeography*. 16: 5-19 p.
- Index kewensis plantarum phanerogamarum, 2 vols 16 suppl. Oxford. 1893-1970.
- International Code of Botanical Nomenclature. 1978. Utrecht, Netherlands. 457 p.
- Iversen, J. 1973. The Development of Denmark's nature since the last glacial. *Danm. geol. Under. Ser. IV 4 (3)* 32 p.
- Jones, S.B. Jr. 1988. *Sistemática Vegetal*. Mc Graw Hill. 1a ed. en español. México. 536 p.
- Jones, R.H. y D.J. Raynal. 1987. Factors influencing the initiation of root sprouts in American beech (*Fagus grandifolia* Ehrh.). *Proceedings of Rochester Academy of Sciences*. 16 (3): 103 p.
- Krebs, Ch.J. 1978. *Ecología. Estudio de la Distribución y la Abundancia*. Harla. 2a. ed. 753 p.
- Langdon, L.M. 1939. Ontogenetic and anatomical studies of the flower and fruit of the Fagaceae and Juglandaceae. *Botanical Gazette*. 101: 301-327 p.

- Lanzara, P. y M. Pizzetti. 1979. Gufa de árboles. *Grijalbo*. Láminas 108-109.
- Little, E.L.Jr. 1965. Mexicain beech, a variety of *Fagus grandifolia*. *Castanea*. 30: 167-170 p.
- _____. 1979. Checklist of United States Trees (Native and Naturalized). U.S.D.A. *Agriculture Handbook*, no. 541. Washington, USA.
- Mangleri, R.H. y J.M. Dimitri. 1961. Los Eucaliptos en la Silvicultura. ACME S.A. Buenos Aires, Argentina, 9 p.
- Martin, P.S. y B.E. Harrel. 1957. The Pleistocene history of temperate biotas in Mexico and Eastern United States. *Ecology*. 38: 468-480 p.
- Martínez, M. 1939 a. Some notable new trees of Mexico. *Tropical Woods*. 60: 10-11 p.
- _____. 1939 b. Una nueva especie de haya, descubierta en México. *México Forestal*. 17: 66 p.
- _____. 1940. Una nueva especie forestal (*Fagus mexicana* sp. nova). *Anales del Instituto de Biología*. México. 11: 85-89 p.
- _____. 1948. Los Pinos Mexicanos. *Botas*. México. 361 p.
- _____. 1963. Las Pináceas Mexicanas. UNAM. 3a. ed. México. 161-212 p.
- _____. 1979. Catálogo de Nombres Vulgares y Científicos de Plantas Mexicanas. *Fondo de Cultura Económica*. 1 a. ed. México. 1247 p.
- Melancon, S. y M.J. Lechowicz. 1987. Differences in the damage caused by glacial ice on codominant *Acer saccharum* and *Fagus grandifolia*. *Canada Journal of Botany*. 65: 1157-1159 p.
- Miller, R.W. 1988. Urban Forestry: Planning and Managing Urban Green Spaces. Prentice Hall. New Jersey, USA. 404 p.

- Miranda, F. y A.J. Sharp. 1950. Characteristics of the Vegetation in Certain Temperate Regions of the Eastern Mexico. *Ecology*. 31(3): 313-333 p.
- Muller, J. 1981. Fossil pollen records of extant angiosperms. *Botanical Review*. 47 (1): 1-142 p.
- Murray, E. 1983. Notae spermatophytae No. 2. *Kalmia*. 13: 2-11 p.
- Nilsson, S.G. y U. Wästljung. 1987. Seed predation in most-seedling beech (*Fagus sylvatica*) patches. *Ecology*. 68: 260-265 p.
- Nieto, P.C. 1986. Síntomas del Deterioro del Arbolado en Algunos Bosques de la Sierra del Ajusco, México. *Biotica*. 11: 25-41 p.
- Ohri, D. y M.R. Ahuja. 1991. Giemsa C-Banding in *Fagus sylvatica* L., *Betula pendula* Roth and *Populus tremula* L. *Silvae Genetica*. 40: 72-75 p.
- Palmberg, Ch. 1987. Conservación de Recursos Genéticos de Especies Leñosas. En: Simposio sobre Silvicultura y Mejoramiento Genético. CIEF. Buenos Aires, Argentina. 6-10.4 p.
- Pan, Ch.K. 1986. *Fagus longipetiolata* Seemen. En: Data book of endangered tree and shrub and provenances. Forest Resources Division. FAO. Forestry Dept. Roma, Italia. 279-281 p.
- Parker, R.E. 1976. Estadística para Biólogos. Omega. Barcelona, España. 136 p.
- Pennington, T.D. y J.K. Sarukhan. 1968. Manual para la identificación de campo de los principales árboles tropicales de México. INIF-FAO-SAG. México. 413 p.
- Phillips, R. 1985. Los Árboles. Blume. Barcelona, España. 167 p.
- Puig, H; R. Bracho y V.J. Sosa. 1983. Composición Florística y Estructura del Bosque Mesófilo en Gómez Farías, Tamaulipas. *Biotica*. 8(4): 339-359 p.

Puig, H. y R. Bracho. 1987. El Bosque Mesófilo de Montaña. *Instituto de Ecología A.C. México*. 186 p.

Ramírez, M.H. 1976. El Ahuehuete de Tulancingo, Oaxaca. En: *Boletín del Departamento de Enseñanza, Investigación y Servicio en Bosques. Universidad Autónoma Chapingo*. Chapingo, México. 3 (6): 21-25 p.

Romero, E; J. Romero; y M.C. Dibbern. 1985. A review of the species described as *Fagus* and *Nothofagus* by Dusen. *Paleontographica*. 8,197: 123-137 p.

Rushmore, F.M. 1961. Silvical Characteristics of Beech (*Fagus grandifolia*). U.S. Forest Serv. *Northeast Forest Exp. Stat. USA*. 161: 1-26 p.

Runkle, J.R. 1990. Gap dynamics in an Ohio *Acer-Fagus* Speculations on the Geography of Disturbance. *Canad. J. Forest. Res.* 20(5): 632-641 p.

Rzedowski, J. 1986. Vegetación de México. *Limusa*. México. 432 p.

Sain, R.E. y E. Blum. 1981. Seedling production in the high elevation beech (*Fagus grandifolia* Ehrh.) Forest of the Great Smoky Mountains National Park. *Castanea*. 46: 217-224 p.

Salard, M. 1961. Contribution a l'étude paleoecologique de la Patagonia II. *Gen. Bot.* 68: 234-270 p.

Sargent, Ch.S. 1922. Manual of the Trees of North America (Exclusive of Mexico). *Houghton, Mifflin, Massachusetts, USA*. 910 p.

SAS Institute Inc. 1985. SAS User's Guide: Statistics, Version 5 Edition. Cary N.C. *SAS Institute Inc.* 956 p.

Sharp, A.J.; E.X. Hernández; H. Crum; y W.B. Fox. 1950. Nota florística de una asociación importante del suroeste de Tamaulipas. *Boletín Sociedad Botánica de México*. 11: 1-4 p.

Sharp, A.J. 1966. Some aspects of Mexican phytoecography. *Ciencia*. México. 24: 229-232 p.

Shen, C.F. y D.E. Boufford. 1988. *Fagus hayatae* (Fagaceae) a remarkable new example of disjunction between Taiwan and Central China. *Journal of Japanese Botany*. 63 (3): 96-101 p.

Small, K.J. 1933. Manual of the South eastern Flora. Chapel Hill. *The University of North Carolina Press*. USA. 1554 p.

Snedecor, G.W. y W.G. Cochran. 1967. Métodos Estadísticos. CECSA. México. 703 p.

Sosa, V.J. 1987. Generalidades de la región de Gómez Farías. En: El Bosque Mesófilo de Montaña de Tamaulipas. *Instituto de Ecología A.C.* México. 15-27 p.

Simpson, G.G. 1985. Extinction. *Proceeding American Philosophical Society*. 129: 407-416 p.

Stafleu, F.A. (Ed). 1974. Index Herbariorum. Part I. The Herbaria of the World - 6th ed. Oosthoek, Scheitema and Holkema, Emmalaan 27. Utrecht, Netherlands. 397p.

Steel, R.G. y J.R. Torrie. 1960. Principles and Procedures of Statistics with Special Reference to the Biological Sciences. *Mc Graw-Hill*. New York, USA. 481 p.

Tamayo, J.L. 1987. Geografía de México. 9a. ed. *Trillas*. México. 400 p.

Tanai, T. 1974. Evolutionary trend of the genus *Fagus* around the northern Pacific basin. En: Symposium on origin and phytoecography of angiosperms. *Birbal Sahni Institute of Paleobotany, Special Publ.1*: 62-83 p.

Thiébaud, B.; J. Cugen; y S. Dupré. 1985. Architecture des jeunes hetres *Fagus sylvatica*. *Canada Jour. Bot.* 63: 2100-2110 p.

- Vela, L.G. 1981. El Instituto de Investigaciones Forestales ante el Problema de las Especies Amenazadas. *Ciencia Forestal*. México. 6 (31): 56-64 p.
- Vovides, A.P. 1981. Lista preliminar de las plantas mexicanas en peligro de extinción. *Blotica*. 2: 219-228 p.
- Ward, R.T. 1961. Some aspects of the regeneration habits of the American beech. *Ecology*. 42 (4): 828-832 p.
- Willis, J.C. 1973. A dictionary of the Flowering Plants and Ferns. 8 th ed. revised by H.K.A. Shaw. Cambridge, London.
- Wolfe, J. 1973. Fossil forms of Amentiferae. *Brittonia*. 25: 334-355 p.
- Young, R.A. 1991. Introducción a las Ciencias Forestales. 1 a. ed. español. Lima sa. México. 632 p.
- Zobel, B. y J. Talbert. 1984. Applied Forest Tree Improvement. *John Wiley & Sons*. New York, USA. 505 p.

Apéndice A

Especímenes Observados

Los resultados presentados corresponden al análisis foliar hecho a los siguientes ejemplares:

Fagus americana Sweet. New Hamburg, Ont. USA. L. Umbach s.n.*. Dougherty County, Illinois, USA. M.E. Farris 16. ENCB.

Fagus crenata Blume. Niigata Iwashunwigum, Kirita Tikatsubayama. M. Togashi 7137; Niigata Iwashunwigum, Kirita Zavoza. M. Togashi 7138. MEXU.

Fagus grandifolia Ehrh. Palestine Hirt County, West Virginia, USA. E. A. Bartholomew 1110, s.n. Orange County, North Carolina, USA. J. Logue 955. Fulton County, Georgia, USA. W. H. Duncan 8668. Newton County, Texas, USA. Tharp and Gimbredé 52626. Baltimore County, Maryland, USA. D. R. Windler 3583. North Onslow (Pontiac), Canada. G. Lamarre Tal. s.n., s.n. MEXU. Devil's Kitchen Lake, Illinois, USA. B. Estel 60. CHAP.

Fagus grandifolia ssp. *mexicana* (Martínez) Camp ex Shen. TOPOTIPO (Foto): Zacatlamaya mountains near Zacualtipán, Hgo. 1800-1900 m altitude. Tree 30 to 40 meters and 50 to one meter diam. Bark grayish and thin: 1 cm. Wood hard and high quality. June 1939. Martínez 800. (TOPOTIPO: US₁). (De este ejemplar no se hicieron mediciones).

Fagus grandifolia var. *mexicana* (Martínez) Little. Tutotepec, Hidalgo, México. A. J. Sharp 46169, 46171. ENCB.

Fagus mexicana Martínez. Tenango de Doria, Hidalgo, México. E. Turra 1205. Tehuiztla, Hidalgo, México. Rzedowski 022026. Zacualtipán, Hidalgo, México. Rzedowski 022028, 12551. R. Moran 10070. Rzedowski y Madrigal 29461 (2)¹. R. Palacios 033208. E. Guízar 415 (2). H. Puig 4839, 022025. Martínez s.n. Rzedowski y Madrigal 29461. Guzmán s.n. Teziutlán, Puebla, México. Ern (3) 435. R. Hernández 308. Casa de Piedra, Tamaulipas, México. H. Puig 5190, 7043, 7219, (2). ENCB. Zacualtipán, Hidalgo, México. Rzedowski y Madrigal 29461. E. Guízar y A. Niembro 415. R. Palacios 003240. R. Morán 10070. G. Guzmán 022027. Rzedowski y Madrigal 29461. Rzedowski 12551. H. Puig s.n. INIF. Zacualtipán, Hidalgo, México. M. Cházaro, A. Vázquez y M. Rosales 05519. CHAPA. Mountains of Zacatlamaya, Zacualtipán, Hidalgo, México. Martínez. s.n., s.n., s.n., s.n., s.n. KEW (se recibieron cinco cibacromos, de este herbario, pero no se hicieron mediciones).

Fagus orientalis Lipsky. Caucasus, Georgia, (URSS) CEI. Gogina s.n. ENCB.

Fagus sylvatica L. Middlesex County, Massachusetts, USA. P. Sellon 15. Polonia Centralis. F. Krawiec 512. British Isles. G.A. Matthews 325098. MEXU.

* s.n. = sin número

*1 = réplicas con la misma numeración

Apéndice B

Procedimientos del paquete SAS usados para el análisis de los datos.

El conjunto de datos fue analizado en una computadora IBM modelo 4341, utilizando el paquete SAS*1988 versión 5.18, en el Centro de Estadística y Cálculo del Colegio de Postgraduados, Chapingo.

Los procedimientos que se utilizaron para el ordenamiento y análisis de los datos fueron: Normalidad (Univariate), Análisis de Varianza (GLM), Conglomerado (Cluster), Dendrograma (Tree) y Análisis de Frecuencias (Freq).

1. Normalidad (Univariate). Este proceso proporciona los estados descriptivos para las variables numéricas y provee la gráfica de distribución, de cada variable.

Cuando este análisis proporciona el número de observaciones de cada variable, la media, la moda, la desviación estándar, el coeficiente de variación, el valor mínimo y máximo.

En el análisis de las variables es importante saber el tipo de distribución que se obtiene, y si su gráfica es diferente a la normal, entonces se deben hacer transformaciones.

Gráficamente se obtiene el esquema normal de probabilidad, un cuadro de frecuencias y un plano de la distribución de los valores y los estadísticos W y D.

Cuando se especifica NORMAL, el proceso produce una prueba estadística en la que se contrastan las siguientes hipótesis:

H₀. Los valores de los datos suministrados de una muestra tomada al azar tienen una distribución normal.

H₁. Los valores de los datos obtenidos son de una muestra tomada al azar tienen una distribución diferente de la normal.

Si el número de observaciones es menor o igual a 50, la prueba estadística es la Shapiro-Wilk-W. La prueba de W tiene la ventaja de que ofrece la confiabilidad contra una clase grande de hipótesis alternativas, aún con un número pequeño de observaciones. La desventaja es que requiere un cuadro de coeficientes para calcular la estadística.

La hipótesis nula (H₀) es rechazada para valores pequeños de W.

Si el número de observaciones es mayor que 50 la prueba estadística es modificada por la versión Kolmogorov-Smirnov-D. La ventaja para la prueba estadística es que no requiere un cuadro de coeficientes para el cálculo estadístico.

La hipótesis nula es rechazada para valores mayores de D.

El manual SAS no da más información sobre las pruebas W y D, ni a nivel matemático ni estadístico.

El análisis de normalidad nos ayuda a interpretar desde el punto de vista biológico, por ejemplo, el valor promedio del largo de las hojas de *Fagus* o la altura promedio de los árboles. Con este análisis también podemos saber el grado de variación interindividual en la población o muestra, esto se conoce con el coeficiente de variación. Cuando este coeficiente es igual o menor a 4%, la variable analizada resulta ser muy homogénea. Cuando pasa de este valor y es mayor a 20% se tiene una población con gran variabilidad.

Se especificó como sigue: PROC UNIVARIATE PLOT NORMAL FREQ; BY (variable) (en este caso se tenía por un lado las regiones geográficas, en el análisis morfológico foliar, y por otro lado, las localidades, en el muestreo hecho para el conteo de individuos de cada población).

* Este paquete ha sido desarrollado por expertos en estadística, cálculo y programación de computadoras. Se usa sobre todo en análisis multivariado de trabajos taxonómicos, genéticos, ecológicos; ensayos agronómicos, etc. Cada año tiene modificaciones para facilitar su manejo. El usuario sólo necesita saber lo básico de métodos estadísticos y diseño experimental, para aplicar este paquete.

2. Análisis de Varianza o modelo lineal general (GLM). Se usó de la siguiente manera: PROC GLM; CLASS (ES) (variable independiente); MODEL (variable dependiente) = variable independiente; MEANS variable independiente/DUNCAN LINES.

Este procedimiento usa el método de los cuadrados mínimos y el análisis de varianza especialmente para los datos desbalanceados, además de que maneja variables continuas las cuales se han medido cuantitativamente.

Especificación de los Efectos. Los efectos se especifican con una anotación especial usando los nombres de las variables y los operadores. Hay dos tipos de variables: clasificadoras y continuas.

El modelo de análisis de varianza requiere variables independientes que identifican los niveles de clasificación. En el sistema SAS estas se llaman variables de clase y se declara CLASS (ES). También pueden llamarse variables categóricas, cualitativas, discretas o nominales.

En este análisis la especificación CLASSES variable (en este caso región geográfica) se menciona la variable independiente; MODEL (variables dependientes) y MODEL Y=A es el análisis de varianza de la clasificación en un sentido.

El GLM puede calcular las medias de cualquier efecto involucrado en CLASSES, si el efecto está o no especificado en MODEL.

La especificación DUNCAN prueba las medias de los efectos principales, es la estadística de comparación múltiple para contrastar cada media aritmética con las otras de los otros tratamientos (en este caso regiones geográficas). En suma, la prueba de rangos múltiples de DUNCAN es fácil de aplicar; toma en cuenta el número de tratamientos (regiones geográficas) en el diseño experimental, mientras que, los cuadrados mínimos no lo hace, permite decidir cuáles diferencias son significativas y cuáles no, además la prueba de F no permite tales decisiones cuando F es significativa.

El análisis de varianzas del GLM se basa en las siguientes hipótesis:

Ho. Las muestras proceden de la misma población o de varias poblaciones con los mismos valores de las medias.

Hi. Las muestras representan varias poblaciones con diferentes medias.

El análisis de varianzas, no es el análisis de varianzas en sí, sino la partición de la suma total de cuadrados. Consiste en una comparación entre dos estimas de la varianzas total, es decir del conjunto total de medias incluídas en el análisis, una de ellas basada en la varianzas de las medias muestrales alrededor de la gran media (la varianzas entre tratamiento (s) (o regiones geográficas) y la otra basada en la varianzas de las medias individuales alrededor de sus medias de tratamiento (región geográfica) (la varianzas error o intratratamiento o intraregiones).

Si la hipótesis nula fuera cierta esperaríamos que el cociente entre éstas dos estimaciones (varianzas intertratamiento (interregión)/varianzas intratratamiento (intraregión)) se acercara a 1. Si por el contrario las medias muestrales son dos estimas de diferentes medias poblacionales, entonces esperaríamos que el cociente fuera superior a la unidad. Este cociente es el estadístico F.

Las dos estimaciones de la varianzas no se calculan independientemente, sino como parte de un solo cálculo.

Cuando se calcula una varianzas la suma de los cuadrados de las desviaciones de los valores individuales respecto de su media (la suma de cuadrados) se divide por el número de grados de libertad.

En el análisis de varianzas se hace una partición de la suma de cuadrados total, según la causa de la variación, es decir diferencias entre tratamientos y variación al azar entre réplicas para los tratamientos individuales, y se dividen los distintos componentes por su número de grados de libertad para obtener las varianzas correspondientes. Convencionalmente éstas varianzas se llaman cuadrados medios. Entonces, se calcula el cociente entre varianzas, (F) como la proporción de los cuadrados medios. En ésta proporción tanto el numerador como el denominador tienen su número correspondiente de grados de libertad.

Cuando se busca en la tabla de F un determinado valor, debe tenerse en cuenta cada valor de los grados de libertad.

De la misma manera que al estimar las varianzas individuales utilizamos la identidad:

$$\sum (x - \bar{x})^2 = \sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}$$

también la empleamos en el análisis de varianza para el cálculo de la suma de cuadrados.

Pasos a seguir en el análisis de varianza:

- 1) Calcular $\frac{(\sum x^2)}{n}$ o cálculo sencillo de la varianza
- 2) Calcular la suma de cuadrados total (SS) $\sum (x - \bar{x})^2$
- 3) Calcular la suma de cuadrados para entretratamientos SST, como $n \sum (x - \bar{x})^2$
- 4) Calcular la suma de cuadrados para el error (SSE) como SS-SST ó

$$\sum (x_1 - \bar{x}_1)^2 + \sum (x_2 - \bar{x}_2)^2 + \dots + \sum (x_k - \bar{x}_k)^2$$

- 5) Construir el siguiente cuadro

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F
Tratamientos	S S T	k - 1	$\frac{S S T}{k - 1}$	$\frac{SST}{SSE} \frac{k (n - 1)}{(k - 1)}$
Error	S S E	k (n - 1)	$\frac{S S E}{k (n - 1)}$	
Total	S S	k (n - 1)		

El modelo es $X_{ij} = \mu + \alpha_i + E_{ij}$ donde $i = 1 \dots a$
 $j = 1 \dots n$
 $E_{ij} = N(0, s)$

Lo anterior quiere decir que cualquier valor observado es la suma de tres partes; 1) una me dia global, ii) una desviación de tratamiento o de clase, y iii) un elemento aleatorio de una pobla- ción normalmente distribuida con media 0 y desviación estándar s.

3. Análisis Conglomerado (Cluster). Este procedimiento está diseñado para auxiliar en la i- dentificación de grupos o conglomerados de observaciones (en este caso son las regiones geográficas), que tengan atributos similares.

El procedimiento se hace con las siguientes opciones: PROC MEANS NO PRINT; BY variable (re- gión geográfica); VAR (variables LH, ..., ALD); OUTPUT OUT= NOMBRE ARCHIVO MEAN= variables (LH, ..., ALD); PROC CLUSTER DATA= NOMBRE ARCHIVO OUTTREE= TREE SIMPLE METHOD= AVERAGE; ID variable (región - geográfica); VAR variables (LH, ..., ALD);.

En este trabajo se usó el método de los promedios de ligamiento de las distancias cuadradas euclidianas. La distancia entre dos grupos de observaciones, está definida como el promedio de la distancia entre pares de observaciones, una en cada grupo. El ligamiento promedio tiende a unir gru- pos con varianzas pequeñas y está inclinado a producir grupos con aproximadamente la misma varianza.

Además, se produce un archivo que se "guarda" en la memoria de la computadora. Este archivo se usa para construir el dendrograma.

4. Dendrograma (Tree). Este procedimiento imprime un diagrama conocido como dendrograma o fenograma, usando el juego de datos ordenado y analizado por el procedimiento conglomerado. El esquema que se obtiene es en base a la unión de los grupos similares de forma jerárquica.

Se obtuvo usando la siguiente instrucción: PROC TREE DATA= NOMBRE DE ARCHIVO LIST; ID (variable, región geográfica);.

5. Frecuencias (FREQ). Este análisis se usó para obtener el porcentaje de los individuos de la población que se desean ordenar por algún factor. Se empleó para el análisis de las variables cualitativas (factores físicos y bióticos que afectan a los árboles de las diferentes poblaciones de *Fagus*).

El procedimiento de frecuencias proporciona cuadros con los valores de los porcentajes que afectan a cada variable que se analiza.

Se empleó como sigue: PROC FREQ, BY (variable); variables;.

Apéndice C.

Un árbol se califica desde el punto de vista forestal y económico, para facilitar el aprovechamiento integral del mismo.

Las características que se juzgan subjetivamente son: rectitud del fuste, forma de la copa (prefiriéndose que ésta sea estrecha), capacidad natural de poda en el fuste, y el diámetro y ángulo de las ramas.

En los árboles de coníferas el fuste es monopódico y en las latifoliadas, este puede ser en algunas monopódico también, pero en la gran mayoría es simpódico. Las especies que se prefieren para la producción, son aquéllas que en ambos casos presenten fuste recto, el cual se califica muy alto cuando los árboles se seleccionan para la producción de madera y derivados. Tanto en las coníferas, como en las latifoliadas se considera como defecto la formación de horquillas o bifurcaciones antes del diámetro normal.

Cuando el árbol es derribado los troncos se gradúan, por las características superficiales e internas que puedan afectar la calidad.

Algunas de las anomalías que deben detectarse en las trozas de latifoliadas son: desigualdades en las dimensiones (altas y regulares), cáncer, nudos latentes, horquillas, agujeros (grandes), escoriación de la corteza (que sea vieja), gorgojos, nudos de la troza (profundos y no profundos), presencia de ramas, ramas epicórmicas, nudos y bolsas en la corteza, presencia de insectos, pudrición, ranuras, etc.

Por otra parte, las anomalías se evalúan según el destino para el cual se emplee la troza. Los defectos mencionados se consideran así cuando éstas se emplean para fábrica y para construcción. Una troza con cáncer para uso local no es considerada como defectuosa.

Apéndice D. Gimnospermas y Angiospermas de Mayor Altura y Volumen en el Mundo.

Especie y nombre común	Familia	Altura m	D A P* m	Distribución mundial	Observaciones
<i>Sequoia sempervirens</i> Endl. "Red wood"	TAXODIACEAE	115	3	California y Oregón Estados Unidos América	
<i>Sequoiadendron giganteum</i> Lindl. "Sequoia" "Big tree"	TAXODIACEAE	100	12	Litoral de California Central. Estados Uni- de América	
<i>Pseudotsuga menziesii</i> (Mirb) Franco. "Douglas fir"	PINACEAE	90	3.6	Norte América	
<i>S. sempervirens</i> Endl. "Red wood"	TAXODIACEAE	90	3	Calif. y Org. Estados Unidos de América	
<i>Eucalyptus regnans</i> F.v. Mueller	MYRTACEAE	100	20	Victoria Oriental y zona cordillera de Tasmania y Nueva Ga- les S. Australia.	Este árbol pro- dujo 20 Tn de madera.
<i>Eucalyptus diversicolor</i> F.v. Mue- ller. "Karri"	MYRTACEAE	80-90	3	Australia Occidental	
<i>Shorea pauciflora</i> "Meranti rojo oscuro"	SHOREACEAE 6 DIPTEROCARPACEAE	75	1.5	Malasia	
<i>Entandrophragma</i> spp	MELIACEAE	60	2	Africa Tropical	
<i>Pinus lambertiana</i> Dougl. "Sugar pine" "Pinabete"	PINACEAE	60	1 - 2	California EUA, y Baja California Mé- xico.	

* Diámetro Altura del Pecho

Continuación Especie y nombre común	Familia	Altura m	D A P m	Distribución	Observaciones
<i>P. ponderosa</i> "Pino real" "Ponderosa pine"	PINACEAE	60	1.5	Baja California Nor- te México. California EUA.	
<i>Abies concolor</i> (Gord. & Glend.) Lindl. "White fir"	PINACEAE	60-70		Estados Unidos América y Canadá	
<i>Araucaria cunninghamii</i> Sweet	ARAUCARIACEAE	60		Australia	
<i>Taxodium mucronatum</i> Ten. "Ahuehuete" "Sabino"	TAXODIACEAE	35-40	10.42	Orillas de arroyos y corrientes de agua; lu- gares cálidos y semi- cálidos, México.	Medido por Mar- tínez (1963).
<i>Quercus borealis</i> Michx. F. "Red oak"	FAGACEAE	35	1 - 2	Estados Unidos América y Canadá	
<i>Fagus</i> spp "Hayas" boreales	FAGACEAE	30-40	1 - 2	Hemisferio Norte	
<i>Nothofagus</i> spp "Hayas" australes	FAGACEAE	30-40		Hemisferio Sur	

* Datos recopilados en la bibliografía citada al final

Apéndice D. Angiospermas y Gimnospermas de Mayor Altura y Volumen en México.

Especie y nombre común	Familia	Altura m	D A P* m	Distribución y Tipo de Vegetación	Observaciones
<i>Ulmus mexicana</i> Lieb. "Palo baqueta" etc.	ULMACEAE	87	6	Golfo Méx.: SE de SLP N de Pue, Hgo, y Ver - hasta N Chis. Pacífico: Gro, Oax, - Chis. Selvas Altas Pe- rennifolias B. Mesófilo.	
<i>Sietenia macrophylla</i> King "Caoba"	MELIACEAE	70	3.5	Golfo Méx.: desde N de Pue. y Ver. hasta el S de Yucatán Selvas medianas peren- nifolias y subperenni- folias.	
<i>Terminalia amazonia</i> (Gmel.) Excell "Canshan" "Sombbrero" etc.	COMBRETACEAE	70	3	Golfo Méx.: Centro Ver N Oax, S Sierra Naolin- co, hasta N Chis y S Yuc.	
<i>Fagus mexicana</i> Martínez "Haya" "Tepeilite"	FAGACEAE	60	4.0	Golfo Méx.: Sierra de Cucharas Tamps, Xili- tla SLP, Zacualtipán Hgo, Teziutlán Pue. B. Mesófilo Montaña.	
<i>Liquidambar styraciflua</i> L. "Ocozote" "Xochicolzocau- hitl" etc.	HAMAMELIDACEAE	60	1.5	Golfo Méx.: S N.L. y Tamps, hasta N Chis. Pacífico: Sierra Ma- dre S Oax, y Soconus- co Chis. B. Mesófilo Montaña.	

* Diámetro Altura Pecho

Continuación

Especie y nombre común	Familia	Altura	D A P	Distribución y Tipo de Vegetación	Observaciones
<i>Pinus lambertiana</i> Dougl. "Pinabete"	PINACEAE	60	1 - 2	B.C. Norte Méx. Bosque templado.	
<i>Brosimum alicatum</i> Sw "Ramón" "Ojite" etc.	MORACEAE	40	1.5	Golfo Méx.: S Tamps hasta Q.Roo. Pacífico: Sin hasta Chis Selvas Altas Perennifolias, medianas subpern. y subcaducifolias.	
<i>Taxodium mucronatum</i> Ten "Ahuehuete" "Sabino"	TAXODIACEAE	35-40	10.42	A lo largo de corrientes de aguas: cálido y semicálido.	
"Arbol de Santa María del Tule"		20.06	26.74**	Oaxaca	Medido por Acosta 1792.
"Arbol del Tule" Tulancingo, Oax.		26.17	17.20		Medido por Ramírez 1976.
		33.46	41		Medido por Conzatti (Martínez 1963). Edad 2000 años.
<i>P. ayacahuite</i> Ehr. "Ayacahuite" "Anacahuite"	PINACEAE	20-35	0.9	Son, Sin, Chih, Dgo, N.L., Zac, Pue, Tlax, Hgo, Mex, Ver, Mor, Gro, Oax y Chis. Bosque Templado.	
<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq)→ Griseb. "Guanacaste" etc.	MIMOSOIDAEAE	30	3	Golfo Méx.: S Tamps hasta Q.Roo. Pacífico: Sin hasta Chis. Selvas medianas sub y caducifolias.	

** Perímetro en la Base.

⋮ Recopilación de datos de la bibliografía citada al final.

GLOSARIO

ALBURA: madera viva, es decir fisiológicamente activa, de color pálido, incluye las capas más recientes de xilema que son activas en el traslado de agua y minerales.

ARBOL ELITE: árbol selecto que ha probado ser genéticamente superior por medio de una prueba de progenie. Un árbol élite es el ganador de un programa de selección y es el tipo de árbol más deseable para usarse en una producción masiva de propagación por semilla o vegetativamente.

ARBOL PLUS O SUPERIOR: es el que se ha recomendado para producción o huerto semillero usando una calificación. Tiene un fenotipo superior de crecimiento, forma, calidad de la madera, y otras características deseables y parece ser adaptable. No ha sido probado por su valor genético, aunque las probabilidades de tener un buen genotipo son altas.

BOSQUE MESOFILO DE MONTAÑA: tipo de vegetación con clima húmedo de altura y que agrupa a un conjunto de comunidades que viven en zonas montañosas. Se encuentra desde los 400 a los 2700 m.s.n.m., y con precipitación pluvial de 1 000 a 3 000 mm y temperatura media que varía de 12 a 23°C. El relieve es accidentado y la pendiente muy pronunciada. Fisiológicamente es un bosque denso de 15 a 35 m de alto y a veces 60 m, con diámetros de 2 m o más, pero se mantiene entre 30 y 50 cm. El período de carencia del follaje se presenta en los meses más fríos. Se encuentran varios estratos arbóreos y uno o dos arbustivos. Este bosque presenta diversas asociaciones. Se encuentran bien representadas Orchidaceae, Compositae, Rubiaceae, Melastomataceae y Leguminosae. Entre las gimnospermas están representados: *Pinus*, *Podocarpus*, *Abies*; también hay cícadas como: *Ceratozamia*, *Dioon* y *Zamia*.

CADUCIFOLIO: plantas perennes que pierden sus hojas por algún tiempo durante el año, o al final de cada estación de crecimiento.

CANCER: lesión necrótica de los árboles, relativamente localizada, que aparece principalmente en la corteza y el cambium.

CHARACTER: un componente del fenotipo; una variable morfológica.

CORTEZA: todo el tejido fuera del cambium.

DENDROLOGIA: rama de la Botánica que trata de la clasificación, nomenclatura y determinación (identificación) de los árboles y arbustos.

DURAMEN: núcleo interno de un tallo leñoso, formado completamente por células no vivas y en general diferenciadas de la capa envolvente externa (albura) por su color más oscuro.

ESPECIE AMENAZADA: aquella cuya población experimenta una disminución debido a una explotación excesiva, o una extensa destrucción de su hábitat o a otras perturbaciones ambientales. Además de que ha sido objeto de una grave reducción y cuya seguridad última no se ha garantizado, o que todavía es abundante, pero está en peligro debido a factores adversos en todo su hábitat.

ESPECIE EN PELIGRO DE EXTINCION: aquella cuya supervivencia es poco probable si se siguen operando los factores causales. Es la que está reducida a un nivel crítico (20000 individuos) cuyo hábitat ha experimentado una reducción drástica que se le considera en peligro inmediato de extinción.

ESPECIE TOLERANTE: aquella que puede crecer relativamente bien cuando dispone de poca luz, pero no manifiesta grandes aumentos en crecimiento a medida que se elevan los niveles de ésta.

ESTRATIFICACION: proceso mediante el cual las semillas se encuentran en un medio húmedo y frío y se vence su estado latente.

FAGACEAE: familia de angiospermas. Árboles o arbustos; hojas alternas; fruto una nuez, cubierta al menos parcialmente por una cúpula de brácteas endurecidas. Es una familia de 8 géneros y 900 especies; de distribución cosmopolita pero ausente de África tropical hacia el sur. Agrupa a: *Fagus*, *Nothofagus*, *Lithocarpus*, *Castanopsis*, *Castanea*, *Chrysolepis*, *Quercus* y *Trigonobalanus*.

FENOLOGIA: estudio de los eventos biológicos relacionados con el clima.

NICORRIZA: asociación simbiótica entre los hongos no patógenos o ligeramente patógenos que viven en las células de una raíz vegetal. En los árboles puede haber endomicorrizas (el hongo penetra las células corticales de la raíz), o ectomicorrizas (se encuentran en las células epidérmicas y penetrando los espacios intercelulares de las células corticales).

PLANTULA: los árboles más jóvenes desde el momento de la germinación hasta que alcanza una altura de un metro.

POBLACION: grupo de individuos afines capaces de entrecruzarse. Una población local se ubica en un área geográfica relativamente pequeña y, por su facilidad de entrecruzamiento constituye la unidad evolutiva básica.

PROCEDENCIA: origen natural de las semillas o de los árboles, por lo general sinónimo de "origen geográfico", o un material vegetal que tenga un lugar específico u origen.

RAZA: grupo de individuos originados por intracruzamiento dentro de una misma especie que se distingue por algún carácter hereditario, fisiológico o morfológico que puede o no ser adaptable al medio. La raza, lo mismo que el ecotipo se puede distinguir con variaciones descriptivas tales como: geográfica, altitudinal, local, climática, edáfica, fisiológica y morfológica. raza geográfica = subespecie.

REGENERACION: renovación de una cosecha de árboles, ya sea por medios naturales o artificiales.

RELICTO: planta o comunidad vegetal bien representada en otras épocas, pero escas o muy localizada en la actualidad.

RODAL: unidad de vegetación que es homogénea respecto de la composición de especies y de la estructura, y que ocupa una área unitaria de terreno.

SUBESPECIE: una categoría taxonómica usada por algunos sistematas para designar un conjunto de poblaciones genéticamente distintas de una especie que tiene un rango discreto.

TAXON: grupo monofilético de organismos que comparten un conjunto definido de caracteres y que se consideran lo suficientemente diferenciados como para recibir un nombre formalizado. taxa= plural de taxón.

TRONCO (O FUSTE): el eje principal ascendente de un árbol o planta que contiene los sistemas vasculares primario y secundario y el tejido meristemático lateral, el cámbium y puede o no tener meristemo apical, dependiendo de la forma de la corona.

VARIEDAD: una subdivisión taxonómica de las especies basada en las características menores y a menudo en un rango exclusivamente geográfico o una reunión de individuos cultivados de carácter útil y reproducible.