

27
2 ei.

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS
PROFESIONALES
"ZARAGOZA"**

**"CONTRIBUCION AL ESTUDIO FITOECOLOGICO
DEL PARQUE CULTURAL Y RECREATIVO
DESIERTO DE LOS LEONES"**

**TESIS
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
BIOLOGO
PRESENTA
GUSTAVO RIVERA VELAZQUEZ**

México, D. F.

1989

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



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.

INDICE

I.	RESUMEN	1
II.	INTRODUCCION	2
III.	ANTECEDENTES	4
IV.	OBJETIVOS	7
	4.1 Objetivo General	7
	4.2 Objetivos Particulares	7
V.	DESCRIPCION DE LA ZONA DE ESTUDIO	8
	5.1 Ubicación	8
	5.2 Aspectos fisiograficos	8
	5.2.1 Relieve	8
	5.2.2 Geología	9
	5.3.3 Edafología	10
	5.2.4 Hidrología	10
	5.3 Clima	11
	5.3.1 Precipitación	11
	5.3.2 Temperatura	12
VI.	MATERIALES Y METODOS	13
	6.1 Delimitación de Unidades Geológicas	13
	6.2 Vegetación	14
	6.3 Incrementos	16
	6.4 Tratamiento de Datos	16
	6.4.1 Relación Especie-Factor ambiental	16
	6.4.2 Relación Especie-Especie	17
	6.4.3 Indices de Similitud entre Unidades	17
	6.4.4 Estructura de las Unidades	17
	6.4.5 Composición Florística	17
	6.4.6 Determinación de Incrementos	18

VII.	RESULTADOS Y DISCUSION	19
7.1	<i>Unidades Ecológicas Consideradas</i>	19
7.2	<i>Descripción de las Unidades Ecológicas</i>	20
7.2.1	<i>Igei--Andosol--Pinus hartwegii</i>	20
7.2.2	<i>Igei--Andosol--Abies religiosa-P. hartwegii</i>	24
7.2.3	<i>Igei--Andosol--A. religiosa</i>	26
7.2.4	<i>Igei--Andosol--A. religiosa-Quercus laurina</i>	32
7.2.5	<i>Igei--Andosol--Q. rugosa-Q. laurina</i>	34
7.2.6	<i>Igei--Feozem--A. religiosa-P. hartwegii</i>	36
7.2.7	<i>Igei--Feozem--A. religiosa</i>	38
7.2.8	<i>Igei--Feozem--P. ayacahuite</i>	41
7.2.9	<i>Igei--Feozem--A. religiosa-Q. laurina</i>	43
7.2.10	<i>Toba--Feozem--A. religiosa</i>	46
7.2.11	<i>Toba--Feozem--A. religiosa-Q. laurina</i>	48
7.3	<i>Fitosociología</i>	50
7.3.1	<i>Grupos Ecológicos</i>	50
7.3.2	<i>Coefficiente de Similitud</i>	54
7.4	<i>Aspectos Dasométricos</i>	56
7.5	<i>Cilindros de Incrementos</i>	57
7.5.1	<i>Edad del Arbolado</i>	57
7.5.2	<i>Desarrollo de las Masas Arbóreas</i>	58
7.5.3	<i>Incrementos Determinados</i>	61
VIII.	CONCLUSIONES	63
IX.	BIBLIOGRAFIA	65
X.	ANEXOS	

I. RESUMEN.

*Con material cartográfico de Suelo, Roca y Vegetación ya existente del Parque Cultural y Recreativo Desierto de los Leones, y aplicando el método de sobre posición de mapas, se consideraron 11 unidades ecológicas, en cada una de las cuales se determinó estructura y composición de la vegetación, y se estimó la relación especie-especie y la relación que guardan las especies con la exposición, pendiente, altitud, tipo de Suelo y Roca, de acuerdo a la metodología de Perfil Índice y Perfiles Ecológicos, con lo que se obtuvo además grupos ecológicos por comunidades vegetales. Se estimó el Incremento Periódico, Incremento Periódico Anual y Tiempo de Paso y Tendencia del Incremento en Diámetro y Altura respecto a la Edad y Estructura de Edades de *Abies religiosa*, *Pinus hartwegii*, *P. patula* y *P. ayacahuite*.*

*Se concluyo que: La altitud como gradiente es el factor ecológico que influye más notablemente en la distribución de las especies. *A. religiosa* tiene una estructura de edades con distribución normal, su regeneración se restringe a lugares abiertos y su crecimiento eventualmente se detiene a los 100 años de edad. La estructura de edades de *P. hartwegii* corresponde a la de un bosque joven y su crecimiento eventualmente cesa a los 50 años. El tiempo de Paso para el arbolado aumenta conforme aumenta la edad y el Incremento Periódico es menor en tanto es mayor la edad.*

II. INTRODUCCION.

México es un territorio que cuenta con grandes extensiones boscosas. Sin embargo, a causa del escaso manejo de las condiciones naturales, esta gran riqueza se está perdiendo irreversiblemente con extrema rapidez (Manzanilla, 1974).

Es por esto que surge la preocupación de implementar medidas para la protección y conservación de estos recursos naturales

Los conocimientos básicos son imprescindibles para elaborar métodos que permitan el uso óptimo del bosque sin merma del potencial productivo y la formación de bosques ecológicamente estables (Manzanilla, 1974).

El Parque Cultural y Recreativo Desierto de los Leones es un área que ha venido sufriendo gran perturbación (COCODA 1985). La importancia de este Parque esta dada por localizarse en los límites del Distrito Federal, proporcionando bienes estéticos y recreativos para los habitantes de la ciudad, además de contribuir en la purificación del aire y en la conservación de los recursos suelo, fauna y vegetación.

El conocimiento general de la vegetación de este bosque dista mucho de ser perfecto, por lo que falta mucho por hacer. No se han realizado estudios fitoecológicos en esta zona y se carece

por completo de trabajos acerca de la dinámica de la vegetación, siendo muy importante la elaboración de estudios sobre este aspecto.

Con este trabajo se hizo una evaluación de dicho recurso en lo relativo a composición florística, estructura de la vegetación y su relación con factores bióticos y abióticos, así como del incremento medio en diámetro para el periodo de los últimos 10 años de las comunidades arbóreas.

A partir de él, se podrá inferir la dinámica de estas comunidades y se sentarán las bases de conocimiento ecológico, permitiendo el inicio de otras investigaciones.

Por otro lado, la información obtenida, permitirá sugerir estrategias de manejo y una zonación ecológica del Parque.

III. ANTECEDENTES.

Son varios los autores que han realizado estudios sobre la vegetación del Desierto de los Leones. Pero existen muy pocos de carácter ecológico, los cuales sólo se ocupan de determinadas especies o comunidades vegetales.

Sosa (1952), habla sobre las especies arbóreas, arbustivas y herbáceas dominantes y la distribución de las comunidades vegetales del Parque. Además hace una reseña sobre los trabajos realizados acerca de la vegetación y menciona que del primero que se tiene conocimiento es un listado florístico de Río de la Loza y Troverí (1958); L. Gagnet (1913), Brigadier Forestal Frances elaboró un proyecto de ordenación del bosque; Davila (1930) en Al Cerro de San Miguel por el Desierto de los Leones, aborda la distribución e importancia de las especies arbóreas predominantes; Reiche (1922) en, La Vegetación en los Alrededores de la Ciudad de México, menciona la distribución en estratos de la parte baja, media y alta del Parque.

Freyermuth (1952), describe brevemente las especies de fanerógamas encontradas durante sus recorridos por el Parque.

Bolio (1964), menciona algunos aspectos de la vegetación e investiga las condiciones del Parque, en un trabajo de

recopilación bibliografica, como parte de un planteamiento de su reestructuración integral planificada.

Madrigal (1967), establecio sitios de muestreo en la comunidad de Abies religiosa, formando parte de un estudio fitoecológico de estas comunidades en la cuenca del Valle de México.

Rzedowski (1970), proporciona información sobre el Bosque Mesófilo de Montaña localizado en el Parque, como parte integrante de un trabajo para el valle de México.

Vela (1976), habla de la distribución actual de Pinus patula en la Republica Mexicana y hace mención del crecimiento de esta población en el Parque.

otros trabajos de esta indole y que fueron útiles en la identificación de la flora del Parque son el de Sánchez (1980) Flora del Valle de México, y el de Rzedowski y Calderón (1979 y 1985) en La Flora Fanerogámica del Valle de México volúmenes 1 y 2.

Torres y Velázquez (1984),realizarón un inventario-diagnostico de la cubierta vegetal del Parque, siendo un trabajo de recopilación bibliografica, en el cuál reportan un listado general de especies y otro por comunidades; también mencionan las familias más representadas en género y en especie.

Además se encuentran varios trabajos que proporcionan datos taxonomicos y/o ecológicos de grupos particulares: Gibert (1935) estudia líquenes; Matuda (1956) helechos; Gispert (1959), Gómez (1963), Herrera (1964) y Alvarez (1966) hongos.

IV. OBJETIVOS.

4.1 General.

Conocer la composición y estructura, así como la condición actual de la vegetación que conforma al Parque Cultural y Recreativo Desierto de los Leones.

4.2 Particulares.

1) Elaborar un mapa de unidades ecológicas utilizando cartas de geología, edafología y vegetación.

2) Determinar la composición florística y estructura de la vegetación de cada unidad ecológica.

3) Determinar la relación que existe entre la vegetación y los siguientes factores ecológicos; Exposición, Pendiente, Altitud, tipo de roca y tipo de suelo.

4) Determinar el Incremento Periódico, Incremento Periódico Anual y el Tiempo de Paso, del estrato arbóreo.

V. DESCRIPCION DE LA ZONA DE ESTUDIOS.

5.1 Ubicación.

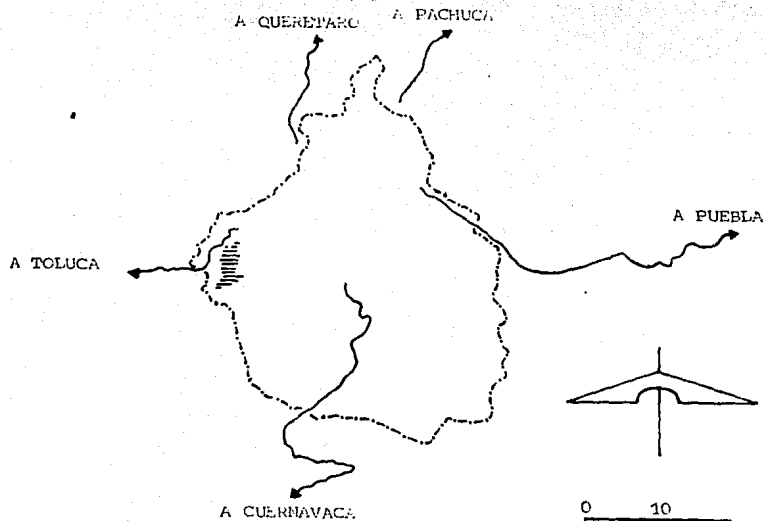
El Parque Cultural y Recreativo Desierto de los Leones, geográficamente se localiza al Suroeste del Distrito Federal (Fig. 1), formando parte de la unidad geomorfológica Sierra de las Cruces. Tiene una forma poligonal alargada cuyo eje mayor tiene un rumbo Noreste-Suroeste. Es limitado por las coordenadas 19 20'08" - 19 15'40" latitud Norte y 99 17'45" - 99 20'00" longitud Oeste de Greenwich. De acuerdo a COCODA (1985), su extensión superficial es de 1 529 has., con una altitud media de 3 250 msnm y elevaciones extremas de 2 800 a 3 797 msnm.

Al Norte colinda con las haciendas de La Venta y Buenavista, al Este con los montes comunales de los pueblos de La Magdalena Contreras y Santa Rosa Xochiac, al Oeste con los montes comunales de los pueblos del pueblo de Acopilco y al Sur con los montes comunales del pueblo de La Magdalena Contreras (Fig. 2).

5.2 Aspectos fisiográficos.

5.2.1 Relieve.

El Parque se encuentra en lo que corresponde al declive Norte



Escala 1 : 40 000

SIGNOS CONVENCIONALES

- LIMITE DEL DISTRITO FEDERAL - - - -
 DIRECCION DE AUTOPISTAS —————>
 PARQUE DESIERTO DE LOS L. ≡≡≡

FIG. 1. LOCALIZACION DEL PARQUE CULTURAL Y RECREATIVO DESIERTO DE LOS LEONES EN EL DISTRITO FEDERAL.

COORDENADAS DE
LATITUD NORTE.

19°20'

LA VENTA.

BUENA VISTA.

EJIDO DE
ACOPILCO.

PEQUEÑAS PROPIEDADES
DE SANTA ROSA KOCHIAC.

19°19'

19°18'

EJIDO SANTA ROSA KOCHIAC.

FUENTE: CARTA USO DEL SUELO
DETENAL (1982)

ESCALA 1:50,000

SIGNOS CONVENCIONALES

LIMITE DEL PARQUE

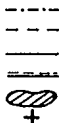
LIMITE EJIDAL O COMUNAL

CARRETERA PAVIMENTADA

CARRETERA DE TERRACERIA

AREAS CON DAÑO SEVERO

EXCONVENTO



19°17'

19°16'

EJIDO LA MAGDALENA CONTRERAS

19°15'40"

99°20'

99°19'

99°18'

99°17' 45"

COORDENADAS DE LONGITUD. OESTE.

FIG. 2 LIMITES Y COLINDANCIAS DEL PARQUE CULTURAL Y RECREATIVO
DESierto DE LOS LEONES.

de la Sierra de las Cruces. En terminos generales, la morfología es abrupta, destacando al Sur del área un macizo montuoso superior a los 3 500 msnm, que integrado por los cerros San Miguel, El Caballete, Los Hongos, Cruz de Cólca y Xometla, forma la cabecera de la red fluvial iniciada por tres corrientes que al fluir entre las cotas 3 150 y 3 175 msnm dan origen al eje troncal del Rio San Borja.

La formación de la Sierra de las Cruces con sus características sobresalientes actuales, se debe a la actividad de dos grandes fracturas: Chapala--Acambay, que inicio su actividad en el Terciario Medio hace aproximadamente 20 millones de años, y la fractura de Humboldt o Eje Neovolcanico, que es la continuación oriental del fracturamiento Clarión, del Oceano Pacifico, en donde la corteza terrestre ha sufrido grandes esfuerzos tectónicos desde el fin del terciario (Mosser, 1957).

5.2.2 Geología.

La Carta Geologica de DETENAL (1982) muestra dos tipos de roca: El primero es, Ignea extrusiva intermedia (igei) que cubre la mayor parte de la zona y esta compuesta principalmente por andesitas; El segundo son las Tobas (t) que cubren una menor proporción y sólo al Norte del Parque (Fig. 3).

5.2.3 Edafología.

En la carta Edafológica de DETENAL (1982), se observan dos grandes grupos de suelos, de los cuales los Andosoles (T) abarcan la mayor parte de la superficie del Parque, los Feozems (H) cubren el resto (Fig. 4).

5.2.4 Hidrología.

En el área del Parque tienen origen el arroyo Agua de Leones y el Río Santo Desierto, que son las afluentes de los Ríos Hondo y Mixcoac, respectivamente.

El arroyo Agua de Leones pierde su nombre al unirse con el Río Borracho, continuando éste hasta después de confluir con el Río Ajolotes para formar el Río Hondo.

El Río Mixcoac tiene su origen en un conjunto de pequeños afluentes: "Palomas", "Piletas", "Lloronas", "San Miguel", "La Portería", "Zorrillos", "San José Monarca", "Arcos de las Canoas", "Cuacumac", "Ocotes", "Capulines", "Lobos", "San Juan Copa" y "Corral Atlalco". Formando todos ellos el Río San Borja, que constituye la corriente principal, la cuál al unirse con el Río Arroyo Agua de Leones, forman el Río Santo Desierto.

COORDENADAS DE LATITUD NORTE.

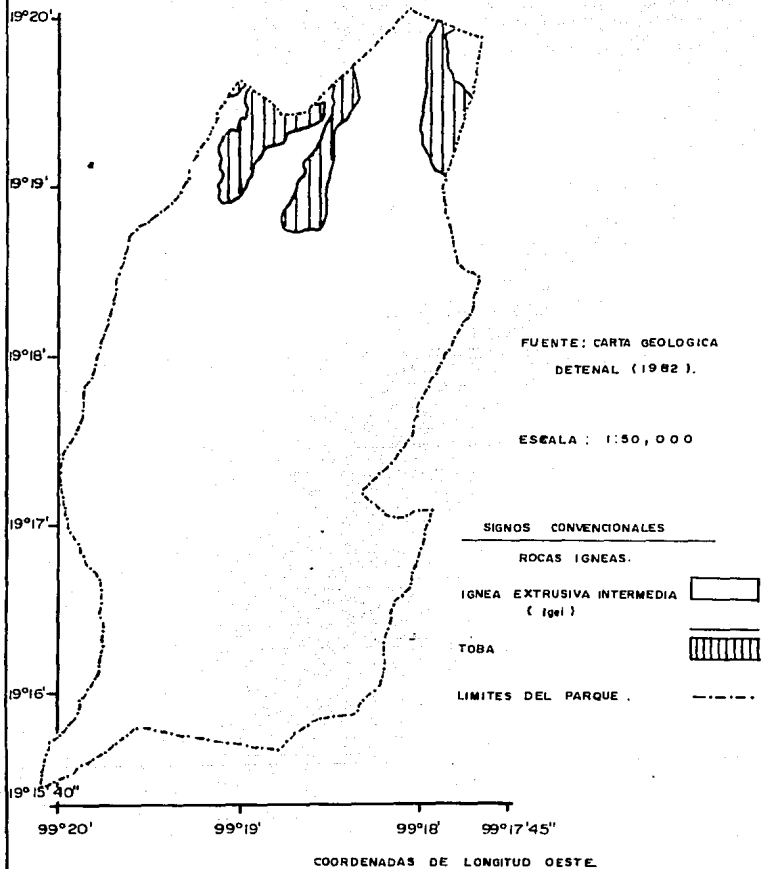


FIG. 3 GEOLOGIA SUPERFICIAL DEL PARQUE CULTURAL Y RECREATIVO
DESERTO DE LOS LEONES .

COORDENADAS DE LATITUD NORTE

19° 20'

19° 19'

19° 18'

19° 17'

19° 16'

19° 15' 40"

99° 20'

99° 19'

99° 18'

99° 17' 45"

COORDENADAS DE LONGITUD OESTE

FUENTE: CARTA EDAFOLOGICA
DETENAL (1982)

ESCALA 1: 50,000

SIGNOS CONVENCIONALES

UNIDADES DE SUELO

ANDOSOL



PEOZEN



LIMITE DEL PARQUE



FIG. 4 MAPA EDAFOLOGICO DEL PARQUE CULTURAL Y RECREATIVO
DESIERTO DE LOS LEONES.

En general la permeabilidad del acuífero es elevada, acentuándose en las áreas con fallas. Debido al origen volcánico de las efusiones andesíticas, éstas poseen una porosidad aproximadamente del 15% y sumándose a éste los efectos de alteración meteórica de las rocas, permiten que la porosidad se eleve (COCODA, 1985).

5.3. Clima.

De acuerdo al Servicio Meteorológico de la SARH (COCODA 1985), que emplea el sistema de clasificación climática de Koeppen modificado por García 1964 y 1973, el tipo de clima para el Desierto de los Leones corresponde a C(w2)(w)(b')ig; que significa, semifrío subhúmedo, el más húmedo de los semifríos subhúmedos, con lluvias en verano y lluvia invernal menor del 5 % de la anual, con oscilación anual de las temperaturas medias mensuales menor de 5 °C y marcha de temperatura tipo Ganges.

5.3.1. Precipitación

El régimen pluvial tiene dos periodos claramente definidos a lo largo del año. La temporada húmeda se verifica durante siete meses, iniciándose en abril con lluvias moderadas, que en el mes siguiente aumenta ligeramente alcanzando las máximas precipitaciones de julio a septiembre; en el mes de octubre

decrece, iniciándose la época seca comprendida de noviembre a marzo en el cuál se presentan lluvias ocasionales. Ambos periodos registran una precipitación media anual de 1 324 mm, proporcionando al ambiente del Parque una elevada Húmedad media relativa.

La media anual de las granizadas corresponde a 21. Con excepción de diciembre, todos los meses del año presentan granizadas, principalmente los meses de la temporada lluviosa (COCODA, 1985).

5.3.2. Temperatura.

Se presenta una temperatura media anual de 10.7 C, considerandose no extremosa, entre el mes más frío (enero, 8 C) y el mes más caliente (mayo, 12.8 C) la fluctuación es de sólo 4.8 C. El periodo con mayores temperaturas es en los meses de abril a junio, y con el arribo de la época lluviosa la temperatura sufre un mínimo decremento que en el mes de septiembre se acentúa por la acción de masas de aire frío que durante el invierno genera los descensos térmicos más agudos (COCODA, 1985).

VI. MATERIALES Y METODOS.

6.1 Delimitación de unidades ecológicas.

La delimitación de unidades ecológicas en cuanto a tipos de Suelo, Roca y Vegetación, se realizó mediante el método de sobreposición de mapas (Vela-Boyas, 1984), partiendo de material cartográfico ya existente: Mapa Forestal del Desierto de los Leones SARH (1983), escala 1:10 000; Carta Geológica DETENAL (1982), clave E-14-A-39-D escala 1:50 000; Carta Edafológica DETENAL (1982) clave E-14-A-39 escala 1:50 000. Con pantógrafo el material fue transformado a la misma escala y vaciado en una sola Carta. De acuerdo a la concordancia de límites se circunscribieron áreas homogéneas que corresponden a las unidades ecológicas.

*Para la estratificación no se tomó en cuenta a las especies *Pinus patula* y *Cupressus lindleyi* por que se les considera introducidas.*

*En las descripciones de estructura y composición no se incluyó a *Pinus radiata*, especie con la que se reforestó, se encuentra prácticamente en todas las unidades en el estrato herbáceo.*

La extensión superficial de las unidades ecológicas se estimó

sobreponiendo malla de puntos equidistantes 5 mm.

6.2 Vegetación.

El muestreo aplicado fué el estratificado selectivo (Matteucci-Colma, 1982). Cada unidad ecológica se recorrió seleccionando, posteriormente, el sitio de muestreo que representara las condiciones generales. La localización del sitio fue determinada mediante brújula y altímetro.

El tamaño del sitio estuvo de acuerdo al utilizado en los inventarios forestales, correspondiendo a 100 m para estratos herbáceos y arbustivos, y 1 000 m para estratos arbóreos. El número de sitios de muestreo por unidad ecológica se asignó de acuerdo a su tamaño partiendo de un número arbitrario de sitios ubicados en la unidad de mayor superficie, 18 sitios; con estos cuadrantes y aplicando el método de Medias Acumuladas de Greig Smith (Kershaw, 1964) se estimó el tamaño mínimo de muestra para esa unidad ecológica, resultando 10 sitios (Anexo 1), para procurar la mayor representatividad de los muestreos, ya que se contaba con la información de los 18 cuadrantes y como por su superficie a las unidades restantes les correspondían pequeñas densidades de cuadrantes, en algunos casos menos de uno, se tomó como base el número 18 para fijar los tamaños de muestra por unidad ecológica.

La caracterización ecológica de los sitios se hizo con base en tres formas de registro de campo, siguiendo las indicaciones presentadas en el "Instructivo para la Caracterización Ecológica de los sitios de muestreo del Estudio Ecológico Forestal del Eje Neovolcanico" (Madrigal et al, 1970). La primera de ellas reúne las características generales del sitio como ubicación, descripción orográfica y estratificación de la vegetación; La segunda contiene los datos florísticos que son, características sociológicas y forma biológica de las especies presentes; Y, en la tercera se registró los datos dasométricos de los árboles mayores de 5 cm. de diámetro (Anexo 2).

En forma conjunta a la toma de datos se realizó la colecta de material botánico que requirió tijeras para podar, etiquetas de colgar, bolsas de plástico y prensa portátil para material vegetativo. Además de clinómetro para calcular la altura del árbolado y cinta diamétrica para medir diámetros.

Los datos sociológicos para cada especie por estrato fueron:

a) Cobertura-Abundancia, mediante la escala de Domin-Krajina (Muller-Dombois, 1974).

b) Repartición, por medio de la escala de Schustler (Madrigal, 1970).

El material botánico fue identificado y depositado en el herbario INIFAP.

6.3 Incrementos.

Con el taladro Pressler se perforó el árbol en ángulo recto a su eje longitudinal a una altura de 1.3 m sobre el suelo al lado opuesto de la pendiente.

El tamaño de muestra fue pequeño debido al daño que se ocasiona a los árboles. Se muestreo un árbol por categoría diamétrica de las que se presentaron en cada sitio, y sólo se obtuvo un cilindro de incrementos por árbol. Las categorías diamétricas fueron de 10 cm iniciando de diámetro 5 cm.

6.4. Tratamiento de datos.

6.4.1. Relación especie-factor ambiental.

Para la determinación de la relación especie-factor ambiental, se siguió la metodología de Perfil Índice, (Gauthier et al, 1977) y sólo en el caso de especies arbóreas dominantes se empleó en forma conjunta con el método de Perfiles Ecológicos (Godron, 1965), la secuencia de calculos e indices de significancia se observan en el Anexo 3.

6.4.2. Relación especie-especie.

Para la determinación de la relación especie-especie, se calculó la probabilidad de ocurrencia de cada especie con la ocurrencia de todas las especies, usando tablas de contingencia y la fórmula de la probabilidad exacta de Fisher (Anexo 3).

6.4.3. Índice de Similitud entre unidades.

El Índice de Similitud entre unidades ecológicas se calculó utilizando el Índice de Similitud de Sorensen (Odum, 1982).

6.4.4. Estructura de las Unidades.

En la estructura de las unidades ecológicas, el número de estratos considerados vario de acuerdo al arreglo en el plantel vegetal. El valor de importancia de las especies se aproximó según el método de Cottam-Curtis (Krebs, 1978) sumando únicamente la dominancia relativa y frecuencia relativa ya que se carecía de datos de densidad para todas las especies.

6.4.5. Composición Florística.

Se describió en base al criterio de Brockman-Jerosh (Oosting, 1951) según el cuál las especies constantes son aquellas que se encuentran por lo menos en el 50 % de los sitios examinados, las accesorias aquellas que se encuentran del 25 al 50 %, y las

accidentales son las que aparecen en menos del 25 % de los sitios.

6.4.6. Determinación de Incrementos.

El conteo y medición de incrementos se hizo en una lupa graduada precisión 1 mm/100 mm. De acuerdo a las definiciones de Keplac (1983), se obtuvieron los siguientes incrementos:

a) Incremento Periódico (IP). Se consideró como el incremento en diámetro del árbol para un periodo de 10 años.

b) Incremento Periódico Anual (IPA). Es el promedio anual del Incremento Periódico.

c) Tiempo de Paso (TP). El número de años que requiere el árbol para pasar de una categoría diamétrica a otra.

VII. RESULTADOS Y DISCUSION.

7.1. Unidades ecológicas consideradas.

Las unidades ecológicas en que se dividió el Parque son (Fig. 5):

- 1.- Igei-Andosol--Pinus hartwegii**
- 2.- Igei-Andosol--Abies religiosa-Pinus hartwegii**
- 3.- Igei-Andosol--Abies religiosa**
- 4.- Igei-Andosol--Abies religiosa-Quercus laurina**
- 5.- Igei-Andosol--Quercus rugosa-Quercus laurina**
- 6.- Igei-Feozem--Abies religiosa-Pinus hartwegii**
- 7.- Igei-Feozem--Abies religiosa**
- 8.- Igei-Feozem--Pinus ayacahuite**
- 9.- Igei-Feozem--Abies religiosa-Quercus laurina**
- 10.- Toba-Feozem--Abies religiosa**
- 11.- Toba-Feozem--Abies religiosa-Quercus laurina**

El uso de unidades marcó diferencias importantes en cuánto a presencia y abundancia-dominancia de especies entre áreas con plantel vegetal aparentemente similar.

Las unidades ecológicas reúnen el conocimiento existente de tipos de suelo y relieve que permiten plantear estrategias de manejo a gente especializada en un determinado campo de la actividad agropecuaria o forestal, tomando en cuenta la

naturaleza de los ecosistemas, modificandolos como un todo y no en base de proyectos aislados.

7.2. Descripción de las unidades ecológicas.

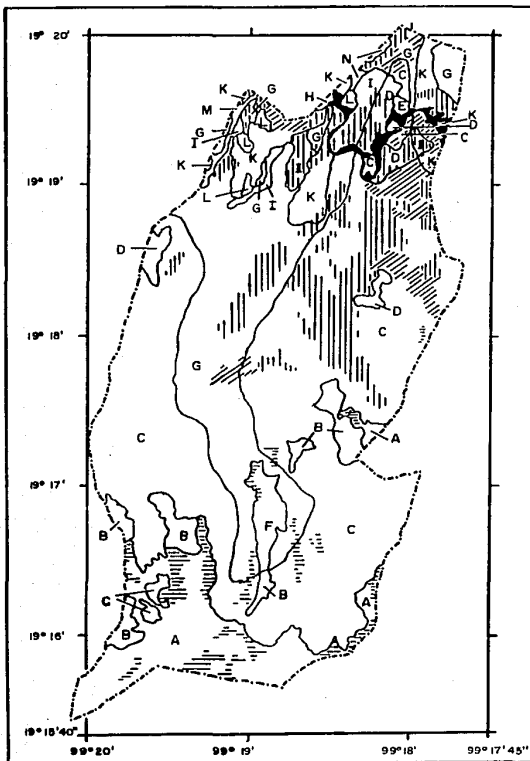
7.2.1. Igei--Andosol--Pinus hartwegii.

Esta ubicada en la parte más elevada del macizo montañoso formado por el cerro San Miguel, El Caballote, Los Hongos y Cruz de Cónica, que es el límite sur del Parque. De las unidades consideradas, es el tercer lugar en extensión, ocupa el 11 % del área total.

Limita en todas sus exposiciones principalmente con bosques de Abies religiosa (Oyamel) y en menor proporción con unidades Abies-religiosa-Pinus hartwegii. Los bosques de Oyamel con que limita al sur pertenecen al pueblo de La Magdalena Contreras.

El rango altitudinal va de los 3 300 msnm hasta la cima del macizo montañoso (3 650 msnm, altitud máxima registrada en campo). En su extremo superior la pendiente es cero, aumentando rápidamente hasta 60 %, se le encuentra expuesta a todos los puntos cardinales.

La moda de edades del arbolado se encuentra entre los 10 y 20 años.



SIGNOS CONVENCIONALES

CAMINO DE TERRACERIA
EROSIONADO EN LA PERIFERIA

DOMINANCIA DE GRAMINEAS

PRESENCIA DE *Pinus patula*

DOMINANCIA DE *Pinus patula*

LIMITE DEL AREA ESTUDIADA

LIMITE DE UNIDADES ECOLOGICAS



CLAVE DE UNIDADES ECOLOGICAS

CLAVE	UNIDAD
A	Igel-Andosol- <i>Pinus hartwegii</i>
B	Igel-Andosol- <i>Abies religiosa</i> <i>Pinus hartwegii</i>
C	Igel-Andosol- <i>Abies religiosa</i>
D	Igel-Andosol- <i>Abies religiosa</i> <i>Quercus laurina</i>
E	Igel-Andosol- <i>Quercus rugosa</i> <i>Quercus laurina</i>
F	Igel-Feozem- <i>Abies religiosa</i> <i>Pinus hartwegii</i>
G	Igel-Feozem- <i>Abies religiosa</i>
H	Igel-Feozem- <i>Pinus ayacahuite</i>
I	Igel-Feozem- <i>Abies religiosa</i> <i>Quercus laurina</i>
K	Toba-Feozem- <i>Abies religiosa</i>
L	Toba-Feozem- <i>Abies religiosa</i> <i>Quercus laurina</i>
M	Agricultura
N	Zonas erosionadas

Fig. 5 PLANO DE UNIDADES ECOLOGICAS DEL PARQUE CULTURAL Y RECREATIVO " DESIERTO DE LOS LEONES "

ESCALA : 1: 50,000

Según observaciones, los incendios son muy frecuentes, en el periodo en que se realizó el estudio se presentaron dos incendios en dos años consecutivos, posiblemente sean provocados, esto se facilita por ser esta unidad la zona menos accesible, la importancia de esta actividad se refleja en que el pastoreo de ganado vacuno es muy regular.

*Algunas áreas de la unidad son claramente dominadas por zacatonal de **Stipa Ichu** y/o **Muhlenbergia quadridentata** Rzedowski (1981) menciona que es particularmente frecuente ver como el zacatonal de **Muhlenbergia**, **Festuca** y **Stipa** desplaza entre 3 000 y 4 000 msnm a bosques de **Pinus hartwegii** destruidos por efectos de incendios y pastoreo. Lo anterior es de hecho el patrón que sigue esta unidad.*

7.2.1.1 Estructura.

Esta constituido por 4 estratos que son; estrato rasante (I), estrato herbáceo (II), estrato arbustivo (III), y estrato arbóreo (IV).

*El estrato rasante alcanza los 5 cm, es muy pobre florísticamente; El estrato herbáceo tiene un tamaño máximo de 1 m y es el estrato más rico florísticamente. Las grandes gramíneas amacolladas, son el componente más característico; El estrato arbustivo mide aproximadamente 2.5 m, compuesto principalmente por dos especies: **Senecio cinerarioides** y **Ribes ciliatum**; **Pinus hartwegii** constituye el estrato arbóreo, además*

este se encuentra en todos los estratos inferiores, su moda de altura es 10 m pero se observan individuos hasta de 25 m de altura. Es un bosque abierto y en algunas áreas las gramíneas son evidentemente dominantes. Es la única especie arbórea del área. Los principales agentes de disturbio son los incendios y el pastoreo, pero también sufren el daño causado por un descortezador, *Dendroctonus adjunctus* (Romero, 1986) y un parásito *Arceuthobium vaginatum* (Muerdago) (Obs. personal).

7.2.1.2 Composición.

Las especies constantes son las siguientes:

***Penstemon gentianoides*, *Potentilla ranunculoides*,**

***Acaena elongata*, *Calamagrostis toluensis*,**

***Gnaphalium liebmanii*, *Senecio cinerarioides*,**

***Eringium monocephalum*, *Cirsium ehrenbergii*,**

***Trisetum spicatum*.**

De las especies accesorias tenemos:

Geranium potentillaefolium, Astragalus tolucanus,

Senecio tolucanus, Brachypodium mexicanum, Stipa ichu,

Conyza coronopifolia, Phacelia platycarpa,

Gnaphalium americanum, Helenium integrifolium,

Bacharis conferta, Cinna poaeiformis,

Alchemilla procumbens, Eryngium carlinae y

Ribes ciliatum.

Las especies accidentales son 22 (Tabla 1).

7.2.2. Igei--Andosol--Abies religiosa-Pinus hartwegii.

Se localiza en laderas medias, 4 secciones en el macizo montuoso del Sur y dos más en el cerro El Ocotil en la parte media del límite Este del Parque. Cubre el 3.34 % de la superficie total.

*La sección que se ubica hacia el Noroeste es limitada completamente por bosque de **P. hartwegii**, y su límite Oeste pertenece al pueblo de Acopilco. Otras secciones limitan al Sur con **P. hartwegii** y los frentes restantes con **A. Religiosa**, y las secciones que se encuentran más al Norte son casi completamente circundadas por **A. religiosa**.*

El rango altitudinal es de 3 300 a 3 500 msnm, con pendientes más bien suaves que van de 0 a 30 %. Su exposición es preferentemente Norte, Noroeste y Oeste.

*La dominancia de las dos especies arbóreas de esta asociación varía de las secciones que se encuentran en la parte Oeste con las de la parte Este, siendo en la primera **A. Religiosa** la más importante y en las segundas **P. hartwegii**. En la parte Oeste la altitud es menor, además de estar protegido de la acción de los vientos por el cerro Caballote, en tanto al Este la altitud es mayor y se encuentra más expuesto a los vientos dominantes provenientes del Noreste, **P. hartwegii** siendo una especie más tolerante a bajas temperaturas se desarrolla mejor.*

(continua Tabla 1)

ESPECIES	UNIDADES ECOLOGICAS											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
49 <i>Sonchus oleraceus</i>		2.26										
50 <i>Festuca aff. toluensis</i>		3.00										
51 <i>Senecio sinuatus</i>		2.26										
52 <i>Lupinus campestris</i>		2.41	0.29									
53 <i>Senecio callosus</i>		5.05	3.86			6.98	3.68		1.00			
54 <i>Senecio platanifolius</i>		7.89	11.39			3.71	8.60			0.67		
55 <i>Abies religiosa</i>	14.80	36.27										
56 <i>Festuca amplissima</i>		4.52	2.48		8.26	11.48	18.63	40.24	19.83	11.25	36.56	24.4
57 <i>Cestrum tyrsoideum</i>		3.17	2.89				2.78	4.97	17.61	3.37	6.19	6.02
58 <i>Garrya laurifolia</i>		2.45	4.95	7.82				4.97	15.39	4.15	6.00	4.98
59 <i>Quercus laurina</i>		2.88	7.85	18.07				9.19	15.39	32.48	6.90	4.76
60 <i>Bacharis Multiflora</i>		1.92	4.77	4.52				1.37		3.67	3.05	4.10
61 <i>Eupatorium mairerianum</i>		1.69	2.07	4.89				1.37		2.84	4.22	8.07
62 <i>Phisalyis stapeloides</i>		2.45	9.09	4.52				1.68		3.19	5.38	4.54
63 <i>Smilax moranensis</i>		1.65	4.56	4.89				1.00		2.24	2.29	4.54
64 <i>Verbesina oncophora</i>		1.71	5.59	26.13				0.42		5.94	5.92	4.98
65 <i>Pinus patula</i>		5.60	16.06					6.45	25.39	14.63	17.19	2.93
66 <i>Arctostaphylos discolor</i>		1.36	8.68	4.52				1.33		1.06	1.51	4.54
67 <i>Salvia elegans</i>		3.26	3.71					2.01		2.24	3.41	4.98
68 <i>Senecio angulifolius</i>		4.51	3.71			9.31		5.55		2.60	3.16	
69 <i>Fuchsia microphylla</i>		3.60	4.77					5.92		7.36	3.83	2.49
70 <i>Senecio barba-johannis</i>		7.99	7.03					6.19		4.64	5.96	5.86
71 <i>Asplenium monanthes</i>		0.81	5.59	4.52				1.02		2.18	1.34	1.83
72 <i>Bryum sp.</i>		1.12		4.52	7.21	1.46				1.18	2.00	2.49
73 <i>Chimaphylla umbellata</i>		0.82	3.71					1.11		2.24	1.56	1.83
74 <i>Stevia monardaefolia</i>		0.25		4.52	3.25	0.70				1.18	2.00	2.49
75 <i>Phanerophlebia nobilis</i>		1.90		4.52	2.55	2.44				2.18	1.34	
76 <i>Salvia fulgens</i>		5.19	3.71					2.06		3.31	2.86	
77 <i>Symphoricarpos microphyllus</i>		3.55						4.57		5.73	1.40	4.32
78 <i>Eupatorium pazucaense</i>		2.44				2.55		4.20		1.18	2.36	
79 <i>Rubus pumilus</i>		2.14	3.71					1.33		3.43	2.76	
80 <i>Prunus serotina</i>		1.37	2.89					3.07		5.27	4.51	
81 <i>Monnina schlechtendaliana</i>		0.26	2.07					0.51		1.18	0.83	1.83
82 <i>Buddleja parviflora</i>		1.65						1.17		1.06	1.83	
83 <i>Eupatorium glabratum</i>		1.89	5.77	6.35				3.38				3.05
84 <i>Rubus liebmanii</i>		1.05						1.37		2.24	1.45	2.05
85 <i>Fragaria mexicana</i>		0.54	2.48					1.08		2.00	2.75	
86 <i>Salix oxylepis</i>		2.29	6.21					3.24			2.62	1.83
87 <i>Buddleja cordata</i>		0.84						0.70		2.12		2.49
88 <i>Arbutus glandulosa</i>		0.26			9.28			0.33			0.72	3.88
89 <i>Quercus rugosa</i>		0.32		34.19				0.37			1.67	1.83
90 <i>Siegesbeckia jorullensis</i>		1.05	1.86					1.49		1.00	0.72	
91 <i>Trisetum virlettii</i>		1.25	4.95					1.55		1.06		
92 <i>Lonicera pilosa</i>		0.60	1.86					0.63			1.45	
93 <i>Geranium seemanii</i>		0.54						1.08		1.18	2.69	
94 <i>Berberis moranensis</i>		1.22						0.76		1.00	0.67	
95 <i>Solanum cervantesii</i>		1.09						1.08		1.18	0.94	1.83
96 <i>Sibthorpia pichinchensis</i>		0.95				3.71	2.10				1.40	

La moda de edades para *A. religiosa* esta entre 60-70 años, en tanto para *P. hartwegii* de 40-50 años.

7.2.2.1 Estructura.

Formado por 5 estratos que son; rasante (I), herbáceo (II), arbustivo (III), arbóreo inferior (IV) y arbóreo superior (V).

El estrato I mide 5 cm, los elementos característicos son *Eringyum carlinae* y *Arenaria reptans*; En el estrato II las especies más importantes son *Stipa ichu* y *Acaena elongata*, estas son seguidas por *Penstemon gentiades* y *Senecio tolucanus*, este estrato alcanza una altura máxima de 1 m; El estrato III mide hasta 2.5 m y sus elementos característicos son: *Senecio cinerarioides*, *Ribes ciliatum* y *Senecio platanifolius*; El estrato IV esta constituido por *P. hartwegii* y *A. religiosa*, este ultimo es casi el unico componente del estrato V, el estrato IV tiene una altura de 10 m y el estrato V de 15 m, las especies de estos dos estratos se presentan en los estratos inferiores excepto en el rasante. En el seno de esta unidad y en los límites de bosques de *A. religiosa* con *P. hartwegii* son los lugares en que los renuevos de *A. religiosa* se ven en cantidades considerables y en buenas condiciones.

7.2.2.2 Composición.

La composición de esta unidad esta dada por 25 especies accesorias (tabla 1) y las siguientes especies constantes; **Stipa ichu**, **Acaena elongata**, **Penstemon gentianoides** y **Senecio tolucanus**.

7.2.3 Igei--Andosol--Abies religiosa.

Es la unidad ecológica más extensa, cubre el 52 % del área total del Parque, forma dos franjas, al Este y Oeste, a casi todo lo largo del Parque las cuales se unen en la parte Sur al llegar al cerro San Miguel.

Limita al Sur con el pinar superior (**Pinus hartwegii**) y con la unidad de **A. religiosa-P. hartwegii** mediante la cota de los 3 500 msnm; al Este y Oeste es el límite del Parque con los montes comunales de los pueblos La Magdalena Contreras y Santa Rosa Xochiac y Acopilco respectivamente, en los cuales domina el Oyamel.

En su parte Norte se encuentra con un mosaico de unidades de **Abies religiosa-Quercus laurina**, **Q. rugosa-Q. laurina** y **A. religiosa** con diferentes tipos de suelo y roca, a unos 3 000 msnm. Es en esta unidad donde el **Pinus patula** se encuentra mejor representado y en 2 secciones que en total ocupan un

3 % del área total del Parque es francamente dominante, esta especie se desarrolla de la parte media del Parque hasta el Norte básicamente en la franja Este de esta unidad, (también se presenta en un área al centro del Parque cercana al exconvento pero ahí pertenece a la unidad Igei-Feozem-Abies religiosa, y por toda la cabecera Norte del Parque).

El rango altitudinal es de 3 000 a 3 500 msnm, el relieve es abrupto con pendientes entre 30 y 80 % y aun es posible que existan lugares con topografía más accidentada sobre las serranías. Se presenta en todas las exposiciones.

En las mayores altitudes la única especie arbórea es el Oyamel, pero a medida que se desciende, se va haciendo más importante la presencia de árboles latifoliados como *Garrya laurifolia*, *Prunus serotina*, *Arbutus glandulosa*, *Quercus laurina* y *Quercus rugosa*, igual tendencia siguen los estratos inferiores, dominando en las partes altas *Acaena elongata* y *Senecio spp*, en las partes bajas disminuye la importancia de las anteriores y se incrementa la diversidad encontrándose además plantas de ornato introducidas. Es en estas partes bajas donde la gran afluencia de visitantes realiza actividades recreativas desordenadas por lo que se encuentra muy perturbada y contaminada. No obstante el deterioro más crítico de todo el Parque se encuentra en cuatro zonas a lo largo de la franja Este de esta unidad (Fig. 2), una posible causa es la plaga de

descortezador *Dendroctonus adjunctus* y otra es que esta área es la más expuesta a la insolación y a la Ciudad de México, recibe toda la influencia del viento que recorre la urbe de Noreste a Suroeste acarreando a gran parte de contaminantes que bien pudieran concentrarse en los encajonados de cañadas formados entre el cerro Ocotál y el macizo montuoso del Sur que se extiende por el centro del Parque en dirección Norte, esta condición podría afectar directamente a la vegetación o, modificar las condiciones edáficas de la zona: Romero (1986), encontró que existen diferencias significativas en las concentraciones de H⁺, Nt, PO₄, Ca y razón Ca/Mg en el suelo de estas áreas perturbadas con relación a la franja Oeste de esta unidad.

Al contrario de lo anterior, en la franja Oeste de la unidad, principalmente en un área que limita al Norte a la altura del paralelo 19 18' latitud Norte y al Sur con el paralelo 19 17' latitud Norte, protegida por la serranía que recorre por el centro al Parque en dirección Norte-Sur de la acción de los vientos, insolación intensa y de la acción del hombre, aquí el arbolado de Oyamel es una masa pura con los individuos más robustos y frondosos del Parque y los estratos herbáceo y arbustivo son lo más limitado de la unidad.

La moda de edades de *A. religiosa* de la franja Este es entre 80-90 años, en la franja Oeste va de 70-80 años.

Puede ser que el bosque de *A. religiosa* esté siguiendo dos caminos de sucesión, Diozhkin (1983) plantea que los cambios sucesivos de las comunidades dependen de factores internos y externos por lo que los caminos que siga pueden variar. Rzedowski (1981), menciona que los diversos tipos de pastizales, matorrales y bosques secundarios se presentan en función de diferentes situaciones topográficas y altitudinales y, sobre todo, como respuesta a diversos tipos de disturbio y de condiciones de recuperación. De acuerdo a observaciones preliminares relativas a sucesión referentes al valle de México, realizadas por Madrigal (1967), plantea que después de la destrucción del bosque climax de *Abies sp.* inicia una fase gramíneas amacolladas (*Festuca*, *Stipa* y *Muhlenbergia*) le sigue una de arbustos en la cuál dominan *Baccharis conferta*, *Juniperus monticola* o *Senecio cinerarioides*, o bien *Quercus sp.*, *Arbutus sp.*, *Arctostaphylos discolor* y *Salix cana*. A continuación se presenta un bosque de *Quercus sp.*, seguido por otro de *Pinus* y *Alnus*, para reestablecer finalmente el bosque de *Abies sp.*.

En la parte alta del Parque en el bosque de *A. religiosa* se aprecian lugares donde las gramíneas amacolladas son el componente principal pero también se presentan en buen número el *Senecio cinerarioides* y *Baccharis conferta*, en las unidades con que el bosque de Oyamel limita en la parte alta, de *P. hartwegii* y *P. hartwegii-A. religiosa*, los mismos elementos tienen un alto valor de importancia.

Hacia la parte baja parecen progresar el bosque mixto de *A. religiosa-Q. laurina* y el de *A. religiosa-P. patula*, acompañados de *Arbutus glandulosa*, *Arctostaphyllum discolor*, *Salix oxilepis*, *Alnus firmifolia*, *Alnus jorullensis*, *Quercus rugosa* y otros de los citados por Madrigal (1967). *Juniperus monticola* no se encontró en los sitios muestreados, sin embargo se observa en forma constante en los caminos de terracería que van a lo largo del costado Oeste del Parque.

7.2.3.1 Estructura.

Hacia la parte alta (Sur del Parque), típicamente se presenta en 4 estratos (rasante, herbáceo, arbustivo y arbóreo), pero en la parte baja llega a tener 5 (sumándose al estrato arbóreo inferior). Por la extensión que ocupa el bosque con 5 estratos es más general. Los estratos son los siguientes: Rasante (I), hHerbáceo (II), arbustivo (III), arbóreo inferior (IV) y arbóreo superior (V).

El estrato I alcanza los 5 cm, constituido principalmente por musgos, *Bryum sp.* y *Thuidium sp.*, y una Rosacea *Alchemilla procumbens*; El estrato II es con mucho el más rico florísticamente, la familia de las compuestas es la mejor representada, aunque participan un buen número de familias. Su tamaño es de 1.5 m; En el estrato III continúa la dominancia de compuestas en especial los *Senecio spp.*, llegando hasta una altura de 4 m.

El estrato IV, arbóreo inferior, es menor de 15 m de altura y tiene como principal componente a *Garrya laurifolia*, la acompañan *Salix oxilepis*, *Alnus firmifolia*, *Arbutus glandulosa*, *Prunus serotina*, *Cornus disciflora*, *Quercus laurina* y otras especies de menor importancia (es común encontrar elementos de estas especies participando en estratos inferiores); El estrato V, representado por *A. religiosa* y en algunas áreas secundado por *P. patula*, tiene una altura máxima de 45 m; Es notoria la escasez de *A. religiosa* del estrato IV hacia abajo (a excepción de el límite con *P. hartwegii*) y los pocos individuos que se observan generalmente denotan un mal estado fitosanitario. A *P. patula* prácticamente es el único estrato en que se le encuentra.

7.2.3.2 Composición.

Las especies constantes son *Senecio barba-johannis*, *Acaena elongata*, *Alchemilla procumbens*, *Salvia fulgens*, *Festuca amplissima*, *Senecio callosus*, *Fuchsia microphylla*, *Senecio platanifolius*, *Symphoricarpos microphyllus*, *Senecio tolucanus*, *Cestrum thyrsoides* y *Silvia elegans*. Como especies accesorias se encuentran: *Brachipodium mexicanum* y *Eupatorium pazcuarensis*, *Ribes ciliatum*, *Salix oxilepis*, *Phanerophlebia nobilis*, *Bacharis multiflora*,

Cirsium ehrenbergie, *Rubus pumilus*, *Physalis stapeloides*, *Garrya laurifolia*, *Senecio angulifolius*, *Stelaria cuspidata*, *Senecio sanguisorbae*, *Smilax moranensis*, *Quercus laurina*, *Pinus patula*, *Buddleja parviflora* y *Prunus serotina*. Y las especies accidentales son en total 65 (Tabla 1). Esta unidad es la segunda en riqueza florística con 93 especies.

7.2.4 Igei--Andosol--Abies religiosa-Quercus laurina.

Representa el 2.3 % del Parque, repartida en 4 secciones hacia la parte baja-Norte (Este y Oeste). Se presenta como manchas en la unidad Igei-Andosol-A. religiosa, pero 3 secciones que se encuentran al lado Este están en la zona donde se desarrolla el *Pinus patula*, la sección restante, del lado Oeste, es rodeada totalmente por *A. religiosa*.

Se le encuentra en un rango altitudinal de 2 800 a 3 200 msnm, en diferentes situaciones topográficas pero principalmente en laderas pronunciadas del orden de 70 a 80 % con exposición Norte, Noreste, Noroeste y Suroeste.

La gran cantidad de hojas de Pino y Encino limita la propagación del sotobosque, presentando una situación de baja cobertura, la composición florística muestra gran afinidad con la de Oyamel, no sucediendo lo mismo con la fisonomía la que es muy diferente.

La moda de edad es de 50-55 años, siendo posiblemente esta unidad un estado avanzado de sucesión en la que el Encino desplaza al Oyamel favorecido por el disturbio a que es sometido el bosque.

7.2.4.1 Estructura.

Formada por 5 estratos que son como sigue; Estrato I rasante muy pobre en cobertura y florísticamente, sólo se encontro presente a **Rubus pumilus** de una talla menor a los 5 cm; Estrato II herbáceo formado principalmente por compuestas de hasta 1 m de altura; Estrato III arbustivo, algunos **Senecios spp.**, **Ribes ciliatum**, **Arctostaphylus discolor**, **Cestrum thyrsoides**, **Ceanotus coeruleus**, **Cornus disciflora**, también se observan elementos más característicos de estratos superiores, entre otros **Quercus laurina**, **Garrya laurifolia** y **Prunus serotina**, mide aproximadamente 3 m; El estrato arbóreo inferior IV de 15 m de alto con sus elementos característicos que son: **Q. laurina**, **G. laurifolia** y **P. serotina**, ocasionalmente **A. religiosa** y **P. patula**; Y el estrato V arbóreo superior de 30 m formado exclusivamente por **A. religiosa** y **P. patula**.

7.2.4.2 Composición.

Las especies constantes son; *Acaena elongata*, *Senecio barba-johannis*, *Arctostaphylus discolor*, *Physalis stapeloides*, *Ceanothus coeruleus*, *Salix oxilepis*, *Asplenium monantes*, *Verbesina oncophora*, *Cirsium ehrenbergii*, *Alchemilla procumbens*, *Smilax moranensis* y *Fuchsia microphilla*; las especies restantes son accesorias y en total suman 32 (Tabla 1).

7.2.5 Igei--Andosol--*Quercus rugosa*-*Quercus laurina*.

Esta unidad es la penúltima con respecto a su extensión, cubre un área de menos del 1 % de la total del Parque (0.14 %). Localizada hacia la cima de una elevación llamada "Doña Juana" cerca del extremo Norte del Parque, a 2 900 msnm. Su exposición es preferentemente al Sur alcanzando en ocasiones el Sureste y Suroeste. La pendiente es pronunciada, hasta 70 %.

Dentro de esta unidad se encuentran elementos muy aislados de *A. religiosa*, aproximadamente 1 por hectarea. Existe un gran dominio de *Quercus rugosa* aunque sobresale en altura *Quercus laurina*.

7.2.5.1 Estructura.

En el bosque de *Quercus spp.* la estructura se presenta

*dividida en cuatro estratos, el estrato rasante prácticamente no existe, el piso esta casi por completo cubierto por la hoja de Encino, por lo que el estrato I es el herbáceo que se desarrolla sólo en los claros del bosque y alcanza 1 m de altura, su cobertura es poco importante, al igual que el estrato arbustivo II, que también casi es restringido a los claros y es formado basicamente por 4 especies, **Alnus jorullensis**, **Verbesina oncophora**, **Eupatorium mairetianium** y **Arctostaphylus discolor**. El estrato herbáceo lo domina una graminea **Brachipodium mexicanum**, le siguen dos compuestas **Eupatorium glabratum** y **Eupatorium mairetianium** y una labiada **Satureja macrostema**, el resto de las especies presentes con cobertura menor del 1 %; El estrato arbóreo inferior III alcanza los 12 m de altura, **Quercus rugosa** casi es el unico componente a no ser por **Arbutus glandulosa** que se presenta muy ocasionalmente; El estrato arbóreo superior IV lo define **Q. laurina** de 20 m sin condiderar un posible **A. religiosa** que sobresale.*

7.2.5.2 Composición.

*Es una unidad muy pobre floristicamente donde destacan gramineas, compuestas y labiadas, además de una especie parasita de la familia de las Pirolaceas, **Monotropa uniflora**, y una trepadora **Smilax moranensis**. En total se encontrarón 24 especies (Tabla 1).*

7.2.6 Igei--Feozem--Abies religiosa-Pinus hartwegii.

Se localiza en la parte Sur del Parque, en el centro de esta zona, donde da inicio la cañada "Palomas". Es una franja alargada con dirección Norte-Sur y altitudes extremas 3 300-3 450 msnm que cubre 1.46 % del área total. Limitada casi completamente por *A. religiosa*, la excepción es un pequeño frente en su extremo Sur donde colinda con *A. religiosa P. hartwegii*, la cuál es de hecho su continuación pero con otro tipo de suelo. Muy parecida fisonómicamente con la unidad Igei-Andosol-Abies religiosa Pinus hartwegii, pero florísticamente sólo tiene una similitud del 40 %. En esta unidad la gramínea amacollada dominante es *Festuca amplissima* y comienzan a destacar *Senecio angulinolius* y *Senecio platanifolius*. Esta unidad tiene más similitud florística con bosque de *A. religiosa*, a diferencia de la unidad Igei-Andosol-Abies religiosa Pinus hartwegii, que se asemeja más a bosque de *P. hartwegii*, esto probablemente se deba a la diferencia altitudinal que alcanza, además de la condición ambiental ya que se encuentra más protegida de los vientos y la insolación dentro de la cañada, situación que favorece el desarrollo de Oyamel.

La pendiente es regular, entre 30 y 50 %, con exposición siempre Noroeste.

7.2.6.1 Estructura.

Comprende 5 estratos repartidos de la siguiente manera: Estrato rasante (I); Estrato herbáceo (II); Estrato arbustivo (III); Estrato arbóreo inferior (IV); Estrato arbóreo superior (V).

El estrato I, muy pobre tanto florísticamente como en cobertura, tres especies lo representan *Bryum sp.*, *Phacelia platycarpa* y *Sibthorpia pichinchensis*, las cuales alcanzan una altura máxima de 5 cm; El estrato II, dominado por gramíneas amacolladas (*Festuca amplissima* y *Calamagrostis toluensis*) y secundada por *Acaena elongata* y *Penstemon gentianoides*, además destaca la especie parasita *Monotropa uniflora* aunque con muy bajo valor de importancia. Tiene una altura máxima de 1 m; En el estrato III comienzan a destacar *Senecio platanifolius* y *S. angulifolius*, *Cestrum thyrsoides* y *Eupatorium pazcuarensis*, y continúa la presencia de *Ribes ciliatum*, que en conjunto tienen una altura de 2.5 m; El estrato IV, arbóreo inferior conformado por *P. hrtwegii* de 10 m de altura; El estrato V es el superior alcanzando hasta 25 m constituido únicamente por *A. religiosa*. El Oyamel y el Pino de esta unidad están bien representados en los estratos inferiores. Es un bosque semiabierto.

7.2.6.2 Composición.

Compuesto por un total de 43 especies de las cuales 8 son constantes y el resto accesorias.

Las especies constantes son: Festuca amplissima, Acaena elongata, Penstemon gentianoides, Bryum sp., Agrostis tolucensis, Stellaria cuspidata, Erygeron galeottii y Piqueria trinervia. (Tabla 1).

7.2.7 Igei--Feozem--Abies religiosa.

Ocupa el segundo lugar en extensión, abarca 20.15 % del Parque. Corre en dirección Norte-Sur por el centro del Parque. Al Sur, Este y Oeste, limita con la unidad Igei-Andosol-A. religiosa, al Norte con el mosaico de unidades de la parte baja el cuál incluye algunas secciones de esta misma unidad.

*En esta sucede de forma analoga a la unidad Igei-Andosol-A. religiosa, hacia la parte alta es posible encontrar secciones puras de Oyamel, en tanto hacia la zona baja (Norte) existe un bien marcado estrato arbóreo inferior, hacia esta misma parte en las secciones de esta unidad separadas incluidas en el mosaico Norte, se encuentra asociado con *P. patula*, mucho más localizada es la presencia de *Cupressus lindleyi* que sólo se encuentra en una zona reducida a los alrededores del exconvento Carmelita. El exconvento y sus áreas perifericas que se encuentran justo en el limite con la unidad*

Toba-Feozem--A. religiosa, son una zona turística muy concurrida, enclavadas en esta misma sección en diferentes direcciones de la construcción se encuentran diversas ermitas las cuales también son muy visitadas, además, de estos puntos parten muchos caminos para recorrer el Parque, y cuyos recorridos gran número de visitantes los frecuentan ya que son muy accesibles. En los jardines del exconvento se observa una variedad de plantas exóticas, algunas de estas especies introducidas es posible encontrarlas creciendo en forma silvestre. Esta unidad junto con la unidad *Toba-Feozem--A. religiosa*, son las más afectadas por los paseantes en el Parque.

Esta es la unidad más rica florísticamente, y la causa de esto podría ser la constante influencia del hombre.

La mayor altitud son 3 450 msnm y la menor 2 800 msnm. Las pendientes van de 0 hasta 90 % y se le observó en todas las exposiciones excepto en la Sur.

En esta unidad no se manifiesta una moda de edades bien marcada, repartiéndose los individuos muestreados en un rango de 70 a 130 años.

7.2.7.1 Estructura.

Presenta una situación analoga a la unidad Igei-Andosol--A. religiosa, se pueden encontrar 4 ó 5 estratos dependiendo de la altitud, de igual forma general se mencionan 5 estratos (Inciso 7.2.3.1): En el estrato I dominan los musgos (*Bryum sp.* y *Thuidium sp.*), *Alchemilla procumbens* y *Sibthorpia pichinchensis*, con una altura hasta de 5 cm; Estrato II herbáceo, con una talla de 1.5 m constituido principalmente por *Acaena elongata*, *Senecio callosus* y *Senecio tolucanus*, *Eupatorium mairetianum* *Symphoricarpos microphyllus* *Festuca amplissima*, *Fuchsia microphylla* y *Asplenium monanthes*; Estrato III arbustivo con 4 m de altura y los siguientes elementos principales: *Senecio platanifolius*, *Senecio barba-johamis*, *Eupatorium pazcuarense*, *Eupatorium mairetianum*, *Cestrum thyrsoides* y *Ribes ciliatum*; El estrato arbóreo inferior IV mide 15 m de altura, sus elementos más característicos *Garrya laurifolia* *Prunus serotina*, *Salix oxylepis*, *Quercus laurina*, *Quercus rugosa* y *Arbutus glandulosa*, seguidos en importancia por *Buddleja parviflora*, *Buddleja cordata*, *Sambucus mexicana*, *Verbesina oncophora*, *Cornus disciflora*, *Alnus firmifolia*, *Ramnus mucronata*; El estrato arbóreo superior V, es definido por *A. religiosa* y esporádicamente por *P. patula*. Con una altura modal de 35 m pero existen Oyameles de hasta 45 m. Estas especies se pueden encontrar en ocasiones en el estrato IV y *A. religiosa* muy raras veces en estratos menores observando mejores condiciones las que se presentan en claros del bosque.

7.2.7.2 Composición.

Las especies constantes son: **Senecio Barba-johannis**, **Acaena elongata**, **Fuchsia microphylla**, **Alchemilla procumbens**, **Senecio callosus**, **Senecio platanifolius**, **Cestrum tyrsoides**, **Symphoricarpos microphyllus**, **Ribes ciliatum**, **Garrya laurifolia**, **Eupatorium pazcuarense**, **Prunus serotina**, **Phanerophlebia nobilis**, **Senecio sanguisorbae**, **Salix oxylepis**. Las especies accesorias son las siguientes: **Festuca amplissima**, **Senecio tolucanus**, **Valeriana clematitis**, **Senecio angulifolius**, **Senecio cinerarioides**, **Eupatorium glabratum**, **Salvia elegans**, **Cirsium ehrenbergii**, **Siegesbeckia jorullensis**, **Sibthorpia pichinchensis**, **Brachipodium mexicanum**, **Hackelia mexicana**, **Salvia fulgens**, **Bacharis multiflora**, **Rubus liebmanii**, **Physalis stapeloides**, **Quercus laurina** y **Pinus patula**. Las especies accidentales son 64 no se incluye la lista (Tabla 1).

7.2.8 Igei--Feozem--Pinus ayacahuite.

Es una masa arbórea pequeña, la más reducida del Parque, cubre el 0.03 % de la superficie total.

Ubicada al costado izquierdo de la carretera pavimentada que va al convento desde la exhacienda "La Venta", justo a la entrada del Parque en la localidad denominada "El Lindero", a 3 000 msnm con una pendiente pronunciada, 70 %, en un

terreno poco accidentado. Es posible que el repoblamiento natural de esta especie se vea afectado por las ardillas que consumen gran cantidad de conos inmaduros, además el cono es muy buscado por los paseantes para uso ornamental.

7.2.8.1 Estructura.

Es un bosque sombrío espeso, domina ampliamente la asociación el *Pinus ayacahuite*, la primera impresión es que esta fuera la única especie presente. El suelo se conserva completamente cubierto de hoja de Pino, hay ausencia total de estratos rasante, aparecen ralos macollos de *Festuca amplissima* y arbustos de *Cestrum thyrsoides* que no llegan a delimitar un estrato; *Quercus laurina* y *Garrya laurifolia* de 15 y 20 m de altura respectivamente apenas señalan un estrato arbóreo inferior también por su escasa presencia y cobertura; *P. ayacahuite*, acompañado de algunos individuos de *P. patula* y otros de *A. religiosa*, este último sobresaliendo un tanto en altura, marcan el único estrato bien establecido de la unidad que en promedio tiene una altura de 35 m.

7.2.8.2 Composición.

La composición es la más pobre encontrada, sólo se presentaron 7 especies que son las siguientes: *P. ayacahuite*,

A. religiosa, *P. patula*, *Quercus laurina* y *Garrya laurifolia*, *Cestrum thyrsoideum* y *Festuca amplissima* (Tabla 1).

7.2.9 Igei--Feozem--Abies religiosa-Quercus laurina.

Esta unidad se distribuye en forma de manchones discontinuos, repartidos únicamente en los niveles altitudinales inferiores del Parque. Se le encuentra desde los 3 000 msnm hasta el limite altitudinal inferior del Parque aproximadamente 2 750 msnm. Esta unidad ocupa el 2.41 % de la superficie total. Se le observó en pendientes que van de 0 hasta 80 % pero preferentemente entre 30 y 50 %. Únicamente en exposiciones Norte y Este.

Esta unidad también es bastante perturbada, debido básicamente a que esta ubicada en los límites poblados de La Venta y Santa Rosa Xochiac, sometida a un constante tránsito y actividad de personas.

*Esta unidad presenta afinidad florística en cuanto a composición con las comunidades de *A. religiosa* pero desde el punto de vista fisonómico es diferente.*

*La edad de los árboles de *A. religiosa* muestreados siempre es mayor a 100 años.*

7.2.9.1 Estructura.

Esta unidad es compuesta por 6 estratos; Estrato rasante (I); Estrato herbáceo (II); Estrato arbustivo (III); Estrato arbóreo inferior (IV); Estrato arbóreo medio (V) y Estrato arbóreo superior (VI).

El estrato I es muy pobre en cobertura y florísticamente y no es mayor de 5 cm, la hojarasca de Encino cubre casi completamente el piso, los lugares que quedan descubiertos son aprovechados por musgo (*Bryum sp.* y *Thuidium sp.*), *Alchemilla procumbens* y *Rubus liebmanii*; El estrato II de igual forma que el estrato anterior, queda muy limitado en desarrollo y se restringe a claros del bosque que en los estratos inferiores conserva una condición de penumbra, alcanza 1 m de altura y los elementos más destacados son *Acaena elongata*, *Bromus anomalus*, *Festuca amplissima*, *Archibaccaris hieracifolia*, *Eupatorium pazcuarense* *Eupatorium mairetianum*, *Fuchsia microphylla*, *Salvia fulgens*, *Asplenium monanthes*, *Phanerophlebia nobilis*, *Adiatum sp.* y una especie parasita *Pterospora sp.*;

El estrato III de 2.5 m de altura, supera en número de especies a los demás estratos, pero las especies más dominantes son:

***Verbesina oncophora*, *Symphoricarpos microphyllus*,**

Senecio barba-johannis, *Senecio angulifolius*, *Bacharis multiflora*, *Physalis stapeloides*, *Eupatorium mairertianum*, *Smilax moranensis*; El estrato IV de 8 m, esta determinado principalmente por *Garrya laurifolia*, la acompañan *Prunus serotina*, *Alnus firmifolia* y algunas otras de menor importancia; *Quercus laurina* es el único elemento que constituye al estrato V y alcanza los 20 m de altura. Esta especie se encuentra también en los estratos I, II, III, y IV; En esta unidad encontramos la presencia de *P. patula* que junto con *A. religiosa* dan forma al estrato VI de 35 m de altura.

7.2.9.2 Composición.

Como especies constantes de la unidad tenemos: *Fuchsia microphylla*, *Symphoricarpos microphyllus*, *Prunus serotina*, *Garrya laurifolia*, *Verbesina oncophora*, *Pinus patula*, *Bacharis multiflora*, *Salvia fulgens*, *Festuca amplissima*, *Archibaccharis hieracifolia*, *Rubus pumilus*, *Senecio barba-johannis*, *Cestrum thyrsoides*, *Alnus firmifolia*, *Physalis stapeloides*. Las especies accesorias son: *Acaena elongata*, *Alchemilla procumbens*, *Asplenium monanthes*, *Bromus anomalus*, *Rubus liebmanii*, *Fragaria mexicana*, *Phanerophlebia nobilis*, *Chimaphyla umbellata*, *Buddleja cordata*, *Senecio angulifolius*, *Salvia elegans*, *Smilax moranensis* y *Eupatorium mairertianum*. Las especies accidentales son 17, no se incluye la lista (Tabla 1).

7.2.10 Toba--Feozem--Abies religiosa.

Es otra de las unidades que constituye el mosaico Norte. Repartida en cuatro secciones cubre el 5.28 % del área total, ocupando el cuarto lugar en extensión.

*Una sección, la que se encuentra al centro, es la que comparte la propiedad del exconvento Carmelita recibiendo humana de igual forma que la unidad Igei-Feozem-A. religiosa (Inciso 7.2.7). En esta sección, **Cupresus lindleyi** (Cedro) se presenta en forma constante y en condominancia con **A. religiosa**, pero como ya se mencionó esta especie fué introducida por los frailes Carmelitas y sembrada en los alrededores del exconvento, ó sea en el seno de esta sección. En el resto de esta unidad **C. lindleyi** se presenta en forma accidental, y no se encuentra hacia la parte más alejada. **C. lindleyi** y **P. patula** constituyen un estrato arbóreo en esta unidad.*

Se le encuentra desde los 2 750 hasta los 3 000 msnm. El relieve es abrupto con pendientes de 0 a 80 %. Con respecto a la exposición, esta es preferentemente Norte, pudiendo encontrarse al Noreste y Noroeste.

En esta unidad se encuentran áreas donde el sotobosque fué eliminado por completo y después se dejó recuperar, siendo

este un manejo practicado en el Parque.

7.2.10.1 Estructura.

Los estratos que presenta esta unidad son 5: Estrato rasante (I), Estrato herbáceo (II), Estrato arbustivo (III), Estrato arbóreo inferior (IV) y Estrato arbóreo superior (V).

El estrato I alcanza los 5 cm, las especies presentes son : *Alchemilla procumbens*, *Rubus pumilus*, *Bryum sp.*, *Sibthorpia pichinchensis* y *Didymaea alsinoides*; El estrato II es el más rico florísticamente, tiene una altura de 1.5 m; *Festuca amplissima* es el componente más sobresaliente, le siguen *Fuchsia microphylla*, *Fuchsia timifolia*, *Salvia elegans*, *Salvia fulgens*, *Geranium seemanii* y otras; El estrato III mide hasta 2.5 m, las especies mejor representadas son: *Cestrum thyrsoides*, *Senecio barba-johannis*, *Senecio angulifolius*, *Physalis stapeloides*, *Valeriana clematitis* y *Verbecina oncophora*; El estrato IV constituido por árboles con altura media de 15 m, *Quercus laurina*, *Q. rugosa*, *Q. crassipes*, *Clethra mexicana*, *Prunus serotina*, *Garrya laurifolia*, *Arbutus glandulosa*, *Salix oxylepis*, y *Cupressus lindleyi*; El estrato V es determinado sólo por dos especies, *P. patula* y *A. religiosa* de hasta 45 m de altura, pero las alturas modales son de 30 y 35 m respectivamente.

7.2.10.2 Composición.

Especies constantes; Cestrum thyrsoides, Festuca amplissima, Physalis stapeloides, Verbesina oncophora, Prunus serotina, Garrya laurifolia, Quercus laurina, Senecio barba-johannis, Fuchsia microphylla, Fuchsia timifolia, Phytolaca icosandra, Eupatorium mairitianum, Salvia fulgens, Geranium seemanii, Fragaria mexicana, Las especies accesorias son; Senecio angulifolius, Bacharis multiflora, Rubus pumilus, Alchemilla procumbens, Smilax moranensis, Valeriana clematitis, Salvia elegans. Pinus patula, Asplenium monanthes, Arctostaphylus discolor, Salix oxylepis, Rubus liebmanii, Archibaccharis hirtella, Acaena elongata, Chimaphylla umbellata, Phanerophlebia nobilis, Satureja macrostema, Buddleja parviflora, Ribes ciliatum, Lonicera pilosa, Eupatorium pazcuarensis, Bryum sp., Cirsium subcoriaceum, Quercus rugosa, Sibthorpia pichinchensis, Penstemon campanulatus, Stevia monardaefolia, Symphoricarpos microphyllus. Además 22 especies accidentales, que no se incluyen en la lista (Tabla 1).

7.2.11 Toba--Feozem--Abies religiosa-Quercus laurina.

Otro de los componentes del mosaico Norte del Parque, repartido en 4 pequeñas secciones abarca una área de 0.52 % de la superficie total. Se distribuye en un rango altitudinal que

va de 2 900 msnm hasta los 3 100 msnm, y la pendiente de 0 a 50 % preferentemente con exposición Noreste y Noroeste.

Es aquí donde *Quercus laurina* esta mejor representada, en cuanto a cobertura es la especie dominante de la asociación, además de manifestarse claramente en varios estratos. En esta unidad es donde alcanza las mayores tallas comparando con todos los sitios en donde se encontro. La hojarasca que cubre casi por completo el piso de la unidad limita el desarrollo del estrato rasante. En el interior del bosque se guarda una condición de penumbra, y los estratos herbáceos y arbustivo son restringidos a lugares donde penetra directamente la luz solar.

7.2.11.1 Estructura.

Esta formada con 5 estratos. El primero, estrato rasante (I), únicamente constituido por musgo (*thuidium sp.*, *Bryum sp.*) menores de 5 cm de altura; El estrato herbáceo (II), al igual que el rasante, muy limitado en cobertura alcanza 1 m de altura, las especies principales son: *Salvia elegans*, *Festuca amplissima*, *Didymaea alsinoides* *Smilax moranensis*, *Symphoricarpos microphyllus*; En el estrato arbustivo (III), se encuentran principalmente, *Senecio barba-johannis*, *Cestrum thyrsoides*, *Physalis stapeloides*, *Verbesina oncophora*, *Arctostaphylus discolor*, *Bacharis multiflora*, y *Eupatorium mairetianum*, que

alcanzan una altura de 4 m; El estrato arbóreo inferior (IV) mide hasta 10 m y sus especies características son: **Garrya laurifolia**, **Arbutus glandulosa**, **Quercus laurina** y **Alnus jorullensis** que se presentan con gran cobertura.

El estrato arbóreo superior (V), constituido casi exclusivamente por **Quercus laurina**, la acompañan **Pinus patula** y **A. religiosa** con un promedio de altura de 25 m.

7.2.11.2 Composición.

Las especies constantes son: **Eupatorium mairetianium**, **Senecio barba-johannis**, **Verbesina oncophora**, **Salvia elegans**, **Physalis stapeloides**, **Cestrum thyrsoides**, **Symphoricarpos microphyllus**, **Smilax moranensis**, **Arctostaphylos discolor**, **Thuidium sp.**, **Garrya laurifolia**, **Bacharis multiflora**, **Arbutus glandulosa** y **Didymaea alsinoides**; Además de 30 especies accesorias incluidas en la Tabla 1.

7.3 Fitosociología.

7.3.1 Grupos Ecológicos.

Los grupos ecológicos formados por el análisis de la relación especie-especie y la relación especie-factor. corresponden de manera general a las principales comunidades vegetales del

Parque, y no son claros en cuanto a las unidades ecológicas estudiadas. Se observan también grupos de especies que por su distribución pertenecen a una determinada comunidad vegetal pero no tienen gran significancia con las especies arbóreas dominantes por lo que actúan como subgrupos de aquellas asociaciones (Fig. 6, Anexo 4).

El patrón de distribución de los grupos ecológicos muestra una gran respuesta a la altitud:

*De acuerdo al Perfil Índice **P. hartwegii** presenta relación positiva con el rango 3 400-3 600 siendo mayor la afinidad con la clase 3 400-3 500, de acuerdo a Perfil Ponderado la mayor afinidad es de los 3 300 a los 3 600 aumentando la afinidad conforme aumenta la altitud (Cuadro 1). De igual forma responde el zacate alpino **Calamagrostis tolucensis**, **Potentilla ranunculoide**, **Penstemon gentianoides** y **Conyza coronopifolia**; Con **A. religiosa** los resultados de los Perfiles Índice y Ponderado son semejantes, sólo tiene relación ecológica negativa débil en el rango de 3 400-3 500 y es indiferente en las demás altitudes, sin embargo cabe señalar que a altitudes mayores de 3 500 msnm su presencia es muy localizada y por arriba de los 3 600, nula (Cuadro 6).*

***A. religiosa** forma un grupo con **Alchemilla procumbens**, **Senecio callosus**, **Phanerophlebia nobilis**, **S. platanifolius**,*

Eupatorium glabratum; El grupo ecológico que parece enlazar a los dos anteriores, o sea que representa a las asociaciones de *P. hartwegii*-*A. religiosa* aunque no está fuertemente relacionado con estas especies arbóreas dominantes, es el grupo de *Stellaria cuspidata*, *Senecio tolucanus*, *Lupinus montanus* y *Cinna poaeformis*; En *Quercus laurina* los resultados de los perfiles concuerdan, indican que responde mejor en altitudes que van de los 2 800 a 3 200 msnm (Cuadro 11). En *Pinus patula*, el Perfil Índice señala relación ecológica positiva en el rango 3 000 - 3 100 msnm y el Perfil Ponderado en el rango 2 800 - 3 100 msnm, disminuyendo la afinidad conforme aumenta la altitud (Cuadro 16). *Q. laurina* y *P. patula* junto con un gran número de especies forman el mayor grupo ecológico del Parque.

La exposición de acuerdo al Perfil Índice no muestra influencia en la distribución de la vegetación, ya que las especies dominantes se comportan indiferentes a las orientaciones y sólo escasas especies manifiestan regular significancia. En el Perfil Ponderado sí se detecta correlación de las especies arbóreas dominantes con este factor, además se aprecia la semejanza de respuesta a la exposición entre *Q. laurina* y *P. patula*. *A. religiosa* se correlaciona con las exposiciones Norte, Sur, Oeste y Noreste. *P. hartwegii* con Norte, Sur, y Oeste. *Q. laurina* y *P. patula* con Norte, Este, Noreste, Sureste y Suroeste (Cuadros 2, 7, 12, 17).

CUADROS 1 al 20

Perfiles Ecológicos

LEYENDA

Suelo:	1.	<i>Andosol</i>
	2.	<i>Feozem</i>
Roca:	3.	<i>Ignea extrusiva intermedia</i>
	4.	<i>Toba</i>
Altitud:	5.	2 800 - 2 900 <i>msnm</i>
	6.	2 901 - 3 000 <i>msnm</i>
	7.	3 001 - 3 100 <i>msnm</i>
	8.	3 101 - 3 200 <i>msnm</i>
	9.	3 201 - 3 300 <i>msnm</i>
	10.	3 301 - 3 400 <i>msnm</i>
	11.	3 401 - 3 500 <i>msnm</i>
	12.	3 501 - 3 600 <i>msnm</i>

- Pendiente:** 13. 00 - 10 %
14. 11 - 20 %
15. 21 - 30 %
16. 31 - 40 %
17. 41 - 50 %
18. 51 - 60 %
19. 61 - 70 %
20. 71 - 80 %
21. 81 - 90 %

- Exposición:** 22. NORTE
23. SUR
24. ESTE
25. OESTE
26. NORESTE
27. NOROESTE
28. SURESTE
29. SUROESTE
30. Sin exposición.

CUADRO 1. Perfil Ecológico de *P. hartwegii* en relación con la altitud.

	5	6	7	8	9	10	11	12
NE	7	16	10	9	5	7	9	3
FA	0	0	0	0	0	3	7	3
FR	0	0	0	0	0	0.42	0.77	1.00
FC	0	0	0	0	0	2.17	3.94	5.07
PP	0	0	0	0	0	1.74	3.71	6.79
PI	-0.197	-0.017	-0.070	-0.154	-0.321	0.107	0.000	0.006

CUADRO 2. Perfil Ecológico de *P. hartwegii* en relación con la exposición.

	22	23	24	25	26	27	28	29	30
NE	19	3	14	11	7	7	1	2	2
FA	4	0	3	4	1	1	0	0	0
FR	0.210	0	0.214	0.363	0.142	0.142	0	0	0
FC	1.068	0	1.087	1.845	0.724	0.724	0	0	0
PP	1.157	0	1.279	1.555	0.930	0.349	0	0	0
PI	0.258	-0.511	0.281	0.102	-0.383	-0.383	-0.803	-0.642	-0.642

CUADRO 3. Perfil Ecológico de *P. hartwegii* en relación con la pendiente.

	13	14	15	16	17	18	19	20	21
NE	12	0	10	10	12	7	9	5	1
FA	4	0	3	1	3	1	1	0	0
FR	0.333	0	0.300	0.100	0.250	0.142	0.111	0	0
FC	1.692	0	1.523	0.507	1.269	0.724	0.564	0	0
PP	1.765	0	1.548	0.651	1.357	0.349	0.452	0	0
PI	0.128	0	0.208	-0.273	0.257	-0.383	-0.311	-0.321	-0.803

CUADRO 4. Perfil Ecológico de *P. hartwegii* en relación a suelo.

	1	2
NE	37	29
FA	12	1
FR	0.324	0.034
FC	1.646	0.174
PP	1.717	0.084
PI	0.001	-0.001

CUADRO 5. Perfil Ecológico de *P. hartwegii* en relación a roca.

	3	4
NE	58	8
FA	13	0
FR	0.224	0
FC	1.137	0
PP	1.137	0
PI	0.154	-0.154

CUADRO 6. Perfil Ecológico de *A. religiosa* en relación con la altitud.

	5	6	7	8	9	10	11	12
NE	7	16	10	9	5	7	9	3
FA	7	11	9	9	5	5	4	2
FR	1	0.687	0.900	1	1	0.714	0.444	0.666
FC	1.269	0.872	1.142	1.269	1.269	0.906	0.564	0.846
PP	1.102	0.698	1.076	1.353	1.827	1.073	0.586	0.744
PI	0.171	-0.141	0.206	0.131	0.290	-0.303	-0.014	-0.405

CUADRO 7. Perfil Ecológico de A. religiosa en relación con la exposición.

	22	23	24	25	26	27	28	29	30
NE	19	3	14	11	7	7	1	2	2
FA	18	3	10	9	6	5	0	1	0
FR	0.947	1	0.714	0.818	0.857	0.714	0	5	0
FC	1.202	1.269	0.906	1.038	1.087	0.946	0	0.634	0
PP	1.143	1.421	0.928	1.052	1.075	0.969	0	0.710	0
PI	0.034	0.482	-0.204	0.311	0.365	-0.303	-0.212	-0.339	-0.424

CUADRO 8. Perfil Ecológico de A. religiosa en relación con la pendiente.

	13	14	15	16	17	18	19	20	21
NE	12	0	10	10	12	7	9	5	1
FA	8	0	7	10	10	5	7	4	1
FR	0.666	0	0.700	1	0.833	0.714	0.777	0.800	1.000
FC	0.846	0	0.888	1.269	1.057	0.906	0.987	1.015	1.269
PP	0.541	0	0.893	1.482	1.184	0.957	0.992	0.934	1.218
PI	-0.153	0	0.324	0.244	0.292	-0.303	-0.328	0.424	0.787

CUADRO 9. Perfil Ecológico de A. religiosa en relación a suelo.

	1	2
NE	37	29
FA	28	24
FR	0.756	0.827
FC	0.960	1.050
PP	1.030	0.927
PI	-0.173	0.173

CUADRO 10. Perfil Ecológico de A. religiosa en relación a roca.

	3	4
NE	58	8
FA	46	6
FR	0.775	0.750
FC	1.003	0.970
PP	1.023	0.828
PI	0.322	-0.322

CUADRO 11. Perfil Ecológico de *Q. laurina* en relación con la altitud.

	5	6	7	8	9	10	11	12
NE	7	16	10	9	5	7	9	3
FA	5	9	6	3	0	0	0	0
FR	0.714	0.562	0.600	0.333	0	0	0	0
FC	2.049	1.614	1.921	0.956	0	0	0	0
PP	1.940	1.536	1.747	1.150	0	0	0	0
PI	0.039	0.030	0.028	-0.268	-0.107	-0.041	-0.015	-0.269

CUADRO 12. Perfil Ecológico de *Q. laurina* en relación con la exposición.

	22	23	24	25	26	27	28	29	30
NE	19	3	14	11	7	7	1	2	2
FA	5	1	7	3	4	1	1	1	0
FR	0.263	0.333	0.500	0.272	0.500	0.166	1	0.500	0
FC	0.754	0.111	1.434	0.782	1.434	0.478	2.869	1.434	0
PP	1.021	0.125	1.432	0.588	1.051	0.431	2.588	1.617	0
PI	-0.152	-0.453	0.102	-0.239	0.280	-0.312	0.348	0.461	-0.420

CUADRO 13. Perfil Ecológico de *Q. laurina* en relación con la pendiente.

	13	14	15	16	17	18	19	20	21
NE	12	0	10	10	12	7	9	5	1
FA	3	0	2	3	4	2	4	5	0
FR	0.250	0	0.200	0.300	0.333	0.285	0.444	1	0
FC	0.717	0	0.573	0.860	0.956	0.819	1.275	2.869	0
PP	1.186	0	0.452	0.647	0.808	1.016	1.365	2.329	0
PI	-0.202	0	-0.173	-0.270	-0.260	-0.312	0.230	0.003	-0.651

CUADRO 14. Perfil Ecológico de *Q. laurina* en relación a suelo.

	1	2
NE	37	29
FA	9	14
FR	0.243	0.482
FC	0.697	1.385
PP	0.611	1.494
PI	-0.013	0.013

CUADRO 15. Perfil Ecológico de *Q. laurina* en relación a roca.

	3	4
NE	58	8
FA	18	5
FR	0.310	0.625
FC	0.890	1.793
PP	0.892	1.779
PI	-0.072	0.072

CUADRO 16. Perfil Ecológico de *P. patula* en relación con la altitud.

	5	6	7	8	9	10	11	12
NE	7	16	10	9	5	7	9	3
FA	4	9	5	0	0	0	0	0
FR	0.571	0.562	0.500	0	0	0	0	0
FC	2.095	2.062	1.833	0	0	0	0	0
PP	2.132	2.062	1.807	0	0	0	0	0
PI	0.067	0.004	0.097	-0.065	-0.191	-0.094	-0.045	-0.377

CUADRO 17. Perfil Ecológico de *P. patula* en relación con la exposición.

	22	23	24	25	26	27	28	29	30
NE	19	3	14	11	7	7	1	2	2
FA	7	0	6	0	2	0	1	1	1
FR	0.368	0	0.428	0	0.285	0	1	0.500	0.500
FC	1.350	0	1.571	0	1.045	0	3.660	1.833	1.833
PP	1.364	0	1.627	0	0.922	0	3.137	1.178	0.549
PI	0.128	-0.377	0.090	-0.021	0.336	-0.945	0.272	0.402	-0.402

CUADRO 18. Perfil Ecológico de *P. patula* en relación con la pendiente.

	13	14	15	16	17	18	19	20	21
NE	12	0	10	10	12	7	9	5	1
FA	5	0	3	1	3	1	4	1	0
FR	0.416	0	0.300	0.100	0.250	0.142	0.444	0.200	0
FC	1.527	0	1.099	0.366	0.916	0.523	1.629	0.733	0
PP	1.571	0	1.021	0.392	0.720	0.560	1.745	0.942	0
PI	0.128	0	0.284	-0.143	-0.277	-0.283	0.141	-0.391	-0.727

CUADRO 19. Perfil Ecológico de *P. patula* en relación a suelo.

	1	2
NE	37	29
FA	1	11
FR	0.189	0.379
FC	0.693	1.390
PP	0.615	1.490
PI	-0.024	0.024

CUADRO 20. Perfil Ecológico de *P. patula* en relación a roca.

	3	4
NE	58	8
FA	15	3
FR	0.258	0.375
FC	0.948	1.374
PP	0.975	1.178
PI	-0.243	0.243

La pendiente del terreno en cuanto al Perfil Índice, se comporta de manera semejante a la exposición, en cuanto a las especies, únicamente **Q. laurina** como especie arbórea dominante y **Asplenium monanthes** muestran una regular afinidad positiva en el rango de 70-80 %. El Perfil Ponderado sí muestra pendientes más favorables para las especies arbóreas dominantes. **P. hartwegii** se encuentra mejor en pendientes suaves (0-10 %) pero también le favorecen las pendientes regulares.

A **A. religiosa** le favorecen más las pendientes regulares, sin embargo logra buen desarrollo en pendientes muy fuertes (80-90 %). **Q. laurina** y **P. patula** se adaptan mejor a pendientes fuertes (60-80 % y 60-70 % respectivamente) (Cuadros 3,8,13 y 18).

Con respecto al tipo de suelo, una parte de las especies que muestran afinidad por alguna unidad, parecen estar relacionadas en mayor medida al factor altitud, principalmente **P. hartwegii** y especies que pertenecen a esta comunidad (**Calamagrostis toluensis**, **Cinna poaeformis**, **Penstemon gentianoides**) que se sitúa completamente en la unidad de Andosol. Las especies que se distribuyen preferentemente en las partes bajas, demuestran mejor su preferencia por alguna unidad de suelo, este es el caso de **Cestrum thyrsoideum**, **Garrya laurifolia**, **Senecio tolucanus**, **Fuchsia microphylla**, **Symphoricarpos microphyllus**, **Fragaria mexicana**, y **Prunus Serotina** var. **capuli**, que alcanzan sus

mayores valores de significancia en la unidad de Feozem (Cuadros 4, 9, 14, 19).

El tipo de roca está menos relacionado con las especies, sin embargo con este factor sucede de manera analoga al tipo de suelo, las especies que muestran alguna preferencia positiva hacia el tipo de roca Igei, son las que se distribuyen principalmente de la parte media a la alta donde no se encuentra roca tipo Toba, además de que manifiestan cierta afinidad negativa a las bajas altitudes. En forma contraria ocurre con las especies que tienen afinidad positiva con las bajas altitudes, muestran cierta afinidad negativa con roca tipo Igei que se distribuye preferentemente hacia las partes medias y altas. las especies que denotan mayor afinidad al tipo de roca si parecen estar vinculadas a esta ya que su distribución no es restringida por otro factor notable, estas son *Fuchsia timifolia* y *Didymaea alsinoides* (Cuadros 5, 10, 15, 20).

7.3.2 Coeficiente de Similitud.

La unidad ecológica 1 presenta su más alto coeficiente de similitud con las unidades 2 y 6 (57 y 44 % respectivamente), siendo mayor con la unidad 2 probablemente porque en esta el *P. hartwegii* tiene mayor valor de importancia, en tanto en la unidad 6 es más importante *A religiosa*. Los valores de importancia de las especies dominantes en las unidades 2 y 6

que sólo difieren en tipo de suelo, es la posible causa de que su coeficiente de similitud sea de sólo 48 %.

Las unidades 3, 7 y 10 tienen a **A. religiosa** como elemento dominante. Las unidades 3 y 7 que difieren sólo en cuanto a suelo, tienen una composición florística muy similar, de 74 %. El coeficiente de similitud entre las unidades 3 y 10 es de 65 % variando entre ambas unidades el suelo, sustrato geológico y altitud. Las unidades 7 y 10 difieren sólo en sustrato geológico y su coeficiente de similitud es grande, 68 %.

Las unidades 4 y 9 difieren en tipo de suelo y tienen un coeficiente de similitud de 60 %. El coeficiente entre las unidades 4 y 11 que difieren en suelo y sustrato geológico es de 45 %, y el de las unidades 9 y 11 es de 58 % variando solamente el sustrato geológico. La unidad 4 se presenta en altitudes mayores que las unidades 9 y 11 con mayores pendientes, y la especie dominante es **P. patula**. Las unidades 9 y 11 se presentan bajo similares condiciones de altitud y pendiente. En la unidad 9 la especie dominante es **Q. laurina** y en la unidad 11 **A. religiosa**.

Entre las unidades 3-9, 9-10 y 10-11 con diferentes especies arbóreas dominantes y varían en cuanto a suelo y sustrato geológico, los valores de similitud son elevados, 70, 65 y 60 %

respectivamente, entre estas unidades aunque existe elevada similitud en cuanto a presencia de especies, no sucede lo mismo en cuanto a cobertura, siendo mucho menor en las que Q. laurina es codominante.

De manera general el Índice de Similitud mostró las diferencias más grandes entre las unidades más separadas en cuanto a altitud. El coeficiente de similitud entre unidades puede observarse en la figura 7.

7.4 Aspectos Dasométricos.

Para los diferentes aspectos medidos del arbolado por especie y por unidad ecológica, se observa gran dispersión en los valores registrados. Considerando la moda de estos aspectos dasométricos, resalta el crecimiento logrado por una especie con respecto a las otras, y el crecimiento logrado por las especies en las unidades ecológicas (Tabla 2).

Las especies que alcanzan las mayores tallas son A. religiosa y P. patula, y la unidad ecológica más favorable para el crecimiento de estas es la 9, Igei-Feozem-A. religiosa Q. laurina, en esta unidad se presenta menor número de árboles por unidad de área, A. religiosa presenta su menor desarrollo en las unidades 2 y 6, Igei-Andosol-A. religiosa P. hartwegii e

	1																			
	57	2																		
	23	24	3																	
	13	12	53	4																
	2	7	32	40	5															
	44	48	29	22	20	6														
	25	24	74	55	29	36	7													
	0	5	12	22	19	14	11	8												
	4	10	70	60	36	12	57	22	9											
	5	12	65	60	37	29	68	16	65	10										
	6	7	47	45	45	19	56	22	58	60	11									

Figura 7. Coeficiente de similitud florística entre unidades ecológicas del Parque Cultural y Recreativo Desierto de los Leones. En porcentajes.

TABLA 2. Aspectos Dasométricos. Modas de diferentes aspectos medidos del arbólado por unidad Ecológica y especie.

Unidad	Especie	DAP (cm)	Altura (m)	Fuste (m)	Cobertura (m)
I	<i>P. hartwegii</i>	18	10	2	29
II	<i>A. religiosa</i>	16	10	2	4
II	<i>P. hartwegii</i>	48	15	10	29
III	<i>A. religiosa</i>	48	35	10	13
III	<i>P. patula</i>	56	30	10	50
IV	<i>Q. laurina</i>	25	15	2	29
IV	<i>P. patula</i>	60	30	15	50
IV	<i>A. religiosa</i>	40	30	5	29
V	<i>Q. rugosa</i>	14	12	2	13
V	<i>Q. laurina</i>	25	20	8	29
VI	<i>P. hartwegii</i>	18	10	5	13
VI	<i>A. religiosa</i>	15	20	2	13
VII	<i>A. religiosa</i>	60	35	10	29
VII	<i>P. patula</i>	57	35	20	29
VIII	<i>P. ayacahuite</i>	30	30	15	13
IX	<i>Q. laurina</i>	21	20	8	29
IX	<i>A. religiosa</i>	65	35	10	50
IX	<i>P. patula</i>	65	35	20	50
X	<i>A. religiosa</i>	50	35	10	29
X	<i>Q. laurina</i>	20	15	2	13
X	<i>P. patula</i>	40	30	15	13
X	<i>C. linleyi</i>	30	10	2	29
XI	<i>A. religiosa</i>	25	25	10	13
XI	<i>Q. laurina</i>	15	20	10	13

Igei-Feozem-A. religiosa P. hartwegii respectivamente, pero en estas unidades hay un buen número de árboles por unidad de área a causa de una mayor regeneración.

Para *P. hartwegii* la unidad 2 proporciona las condiciones más favorables para su crecimiento.

Q. laurina encuentra su mayor crecimiento en la unidad 5, *Igei-Feozem-Q. rugosa Q. laurina*, y el menor crecimiento en cuanto a diámetro en la unidad 11 *Toba-Feozem-A. religiosa Q. laurina*, pero es en esta donde esta mejor representada en número además de alcanzar, al igual que en otras unidades ecológicas, la mejor altura.

7.5 Cilindros de incrementos.

7.5.1 Edad del arbolado.

Para determinar la edad del arbolado se obtuvieron 206 incrementos de *A. religiosa*, 52 de *P. hartwegii*, 33 de *P. patula* y 8 de *P. ayacahuite*.

El bosque se presenta como un mosaico de edades desiguales. Los árboles tienen un rango de edad de 100 años.

De la relación frecuencia-edad (Fig. 8), se hicieron las siguientes consideraciones:

En los casos de A. religiosa, P. patula y P. ayacahuite, existe una aparente distribución de edades estacionaria o normal, lo que implica que la estructura de edades de la población permaneciera constante; Para P. hartwegii se presenta como una población en expansión rápida ya que comprende una gran proporción de individuos jóvenes.

Las poblaciones naturales tienen un constante cambio en su estructura de edades y a lo largo de su vida se encuentra una clase dominante de edad (Krebs, 1978). En A. religiosa la clase dominante de edad estaría entre 50-60 años, en tanto que para P. hartwegii entre 10-20 años, en P. patula no hay una clase de edad evidentemente dominante. En general estas tres especies presentan una serie de masas características de un bosque natural, que en mayor o menor grado aseguran su rendimiento. Para el caso de P. ayacahuite, éste tiende más a comportarse como una masa coetánea en donde la edad de la masa oscila entre los 50-60 años, o sea, sin una gran variedad de edad (Tabla 3).

7.5.2 Desarrollo de las masas arbóreas.

Los incrementos en altura y DAP, tienden a guardar una relación directa con respecto a la edad. En el caso de altura-DAP la relación directa es muy evidente, pero al relacionar DAP-edad y altura-edad, aunque en las modas de edad por clase

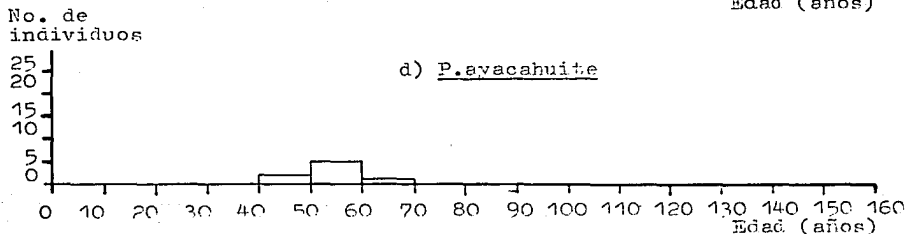
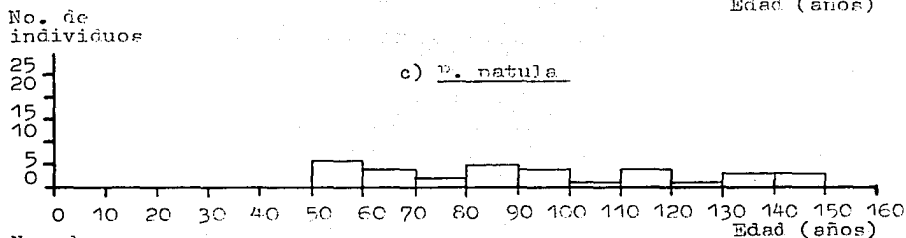
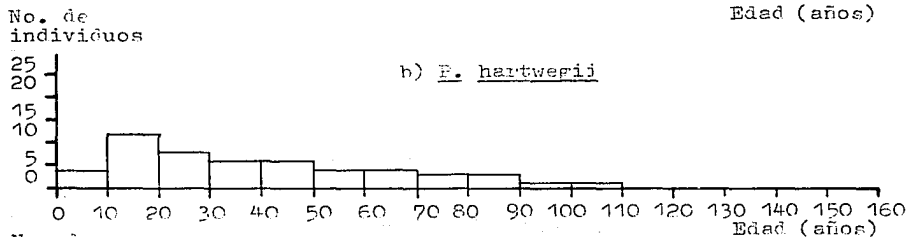
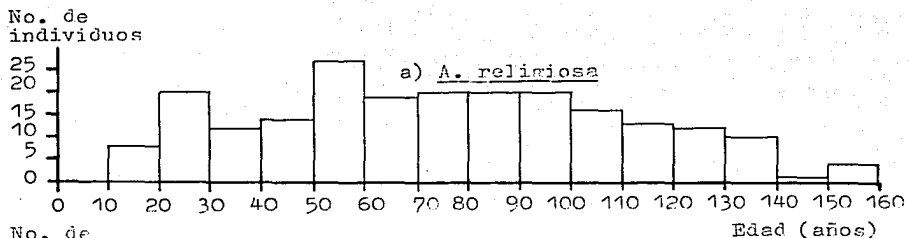


Figura 8. Estructura de edades de: a) Abies religiosa,
 b) Pinus hartwegii, c) Pinus patula y
 d) Pinus ayacahuite

TABLA 3. Frecuencia de árboles por clase de edad, para:

a) *Abies religiosa*, b) *Pinus hartwegii*,
c) *Pinus patula* y b) *Pinus ayacahuite*.

Clase	Años	A		B		C		D	
		No. Ind.	F(%)	No. Ind.	F(%)	No. Ind.	F(%)	No. Ind.	F(%)
1	1- 9	---	---	4	7.7	---	---	---	---
2	10- 19	8	3.9	12	23.0	---	---	---	---
3	20- 29	20	9.7	8	15.3	---	---	---	---
4	30- 39	12	5.8	6	11.5	---	---	---	---
5	40- 49	14	6.9	6	11.5	---	---	2	25.0
6	50- 59	26	12.6	4	7.7	6	18.1	5	62.5
7	60- 69	16	7.8	4	7.7	4	12.1	1	12.5
8	70- 79	20	9.7	3	5.7	2	6.0	---	---
9	80- 89	20	9.7	3	5.7	5	15.1	---	---
10	90- 99	19	9.2	1	1.9	4	12.1	---	---
11	100-109	16	7.8	1	1.9	1	3.0	---	---
12	110-119	12	5.8	---	---	4	12.1	---	---
13	120-129	10	4.8	---	---	1	3.0	---	---
14	130-139	8	3.9	---	---	3	9.0	---	---
15	140-149	1	0.5	---	---	3	9.0	---	---
16	150-159	4	1.9	---	---	---	---	---	---
Total		206	100.0	52	100.0	33	100.0	8	100.0

diamétrica y por clase de altura la tendencia al incremento sea un tanto directa (Tablas 4, 5, 6 y 7), se encuentra una gran variabilidad de la edad respecto a estos factores.

La gran dispersión en las relaciones edad-altura y edad-DAP es normal encontrarlas en una masa forestal, debido a que entre los individuos que la componen hay diferencias en el grado de aprovechamiento de todo lo que influye en su bienestar (espacio vital, agua, luz, nutrientes), lo que trae como consecuencia que no todos puedan desarrollarse vigorosos y bien formados. Los individuos más vigorosos, sobresalen a sus vecinos, consiguiendo espacio para su posterior desarrollo, de esta manera se origina también la aparición de diferentes estratos en la masa.

El patrón que rige el desarrollo de la masa es análogo al que influye en el desarrollo de los árboles individuales. La gráfica que representa el crecimiento en altura y diámetro en función de la edad sigue un curso similar a una curva de forma sigmoideal. Bajo condiciones normales el incremento en diámetro es pequeño al principio, después aumenta hasta alcanzar una fase de alta actividad y disminuye gradualmente llegando a ser muy reducido en los árboles viejos. El punto de inflexión de la curva sigmoideal indica la culminación de la fase de alta actividad para incremento corriente anual (incremento que logra un árbol o una masa en el curso de un año), (Keplac, 1983).

*Al elaborar las gráficas de tendencia del crecimiento en altura y DAP, en el caso de **A. religiosa** (Figs. 9a y 10a) se observa que el crecimiento disminuye sensiblemente entre los 30 y 40 años de edad, alcanzando alturas entre 25 y 30 metros y diámetros alrededor de los 30 cm. El crecimiento posterior a esa edad es más lento, aparentemente alcanza sus máximas tallas alrededor de los 100 años, con una altura de 40 a 45 m y diámetro entre 70-90 cm.*

*En **P. hartwegii** (Figs. 9b y 11a) la disminución del crecimiento corriente es entre los 20 y 30 años de edad, logrando alturas alrededor de los 10 m y diámetros que oscilan entre los 20 cm. A una edad de 50 años alcanza su máxima talla, altura 25 m y diámetro entre un amplio rango 30-60 cm.*

*Con **P. patula** y **P. ayacahuite** se registró un menor número de datos, y no se encontraron individuos de tallas menores, por lo que no se aprecia la tendencia del crecimiento en los primeros 50 años. Sin embargo, es evidente que a los 50 años ya alcanzaron sus mayores tallas; para **P. patula** la altura sería entre los 30-40 m y el diámetro alrededor de los 50 cm (Figs. 9c y 11b), para **P. ayacahuite** la altura alrededor de 30 m y diámetro alrededor de 30 cm (Figs. 9d y 10b).*

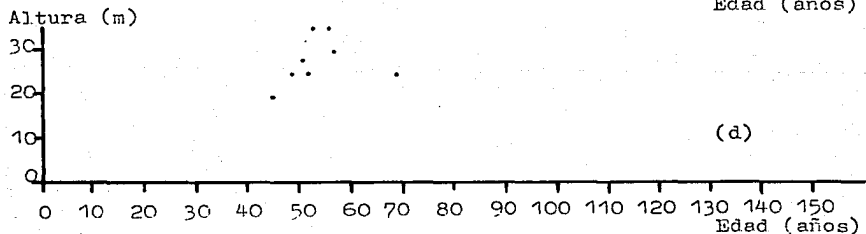
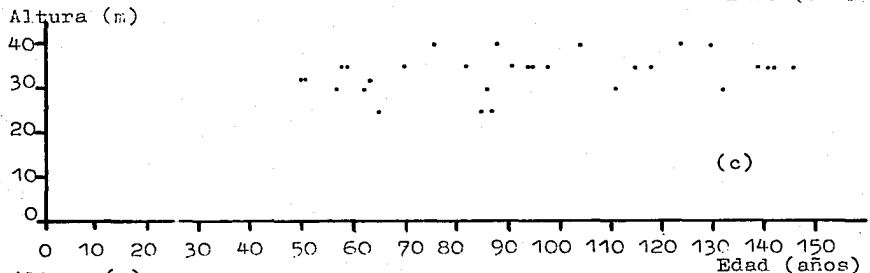
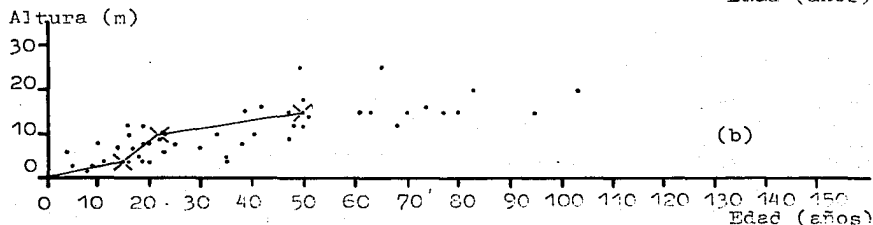
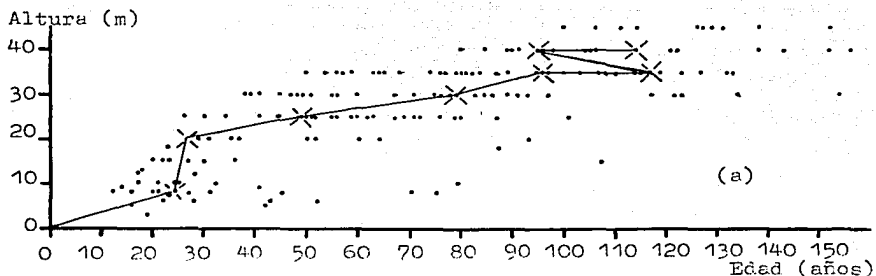


FIG. 9. RELACION EXISTENTE ENTRE LA ALTURA Y LA EDAD DE a) *A. religiosa*, b) *P. hartwegii*, c) *P. patula* y d) *P. avacahuite*.

— CURSO DE LA RELACION CONSIDERANDO PARA CADA PUNTO LA MODA DE ALTURA Y LA MODA DE EDAD EN LA CLASE DIAMETRICA.

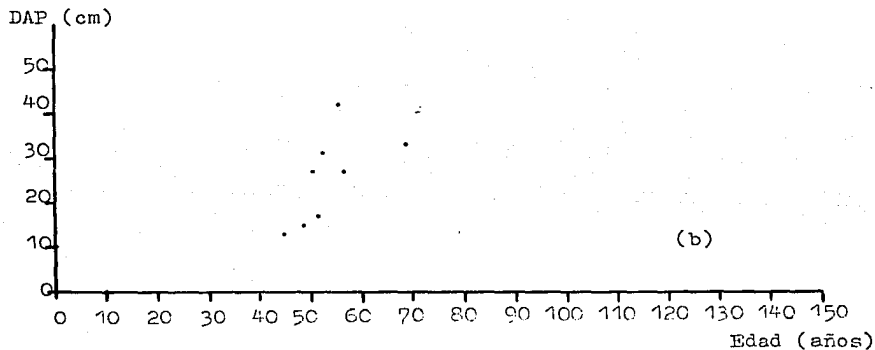
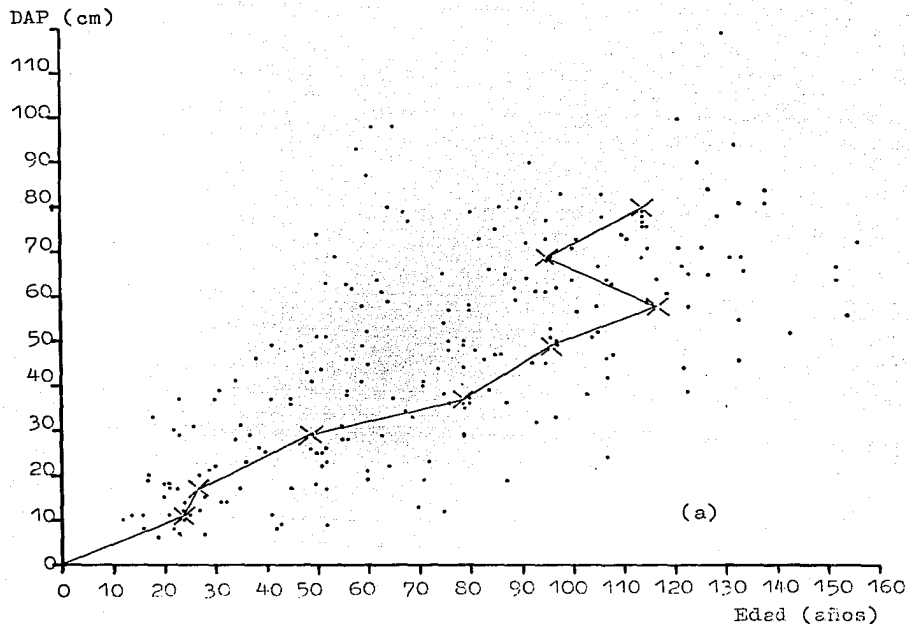


FIG. 10. RELACION EXISTENTE ENTRE EL DAP Y LA EDAD DE a) A. religiosa y b) P. ayacahuite.
 — CURSO DE LA RELACION CONSIDERANDO PARA CADA PUNTO LA MODA DE DAP Y LA MODA DE EDAD EN LA CLASE DIAMETRICA.

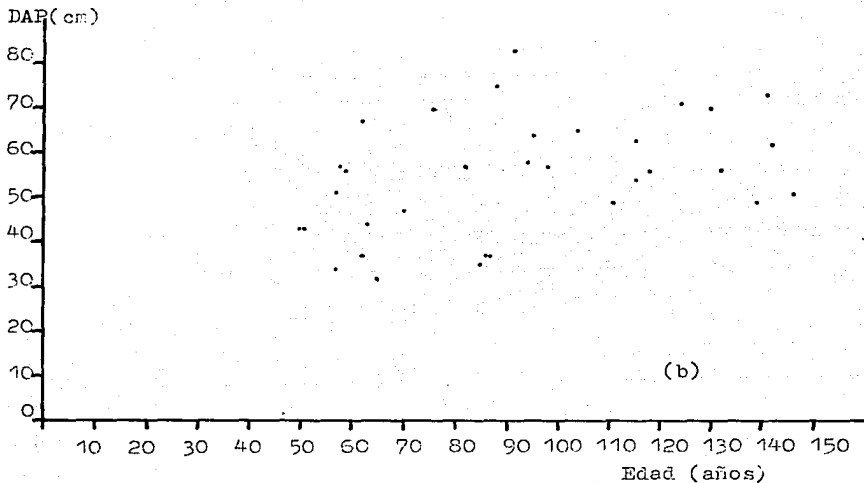
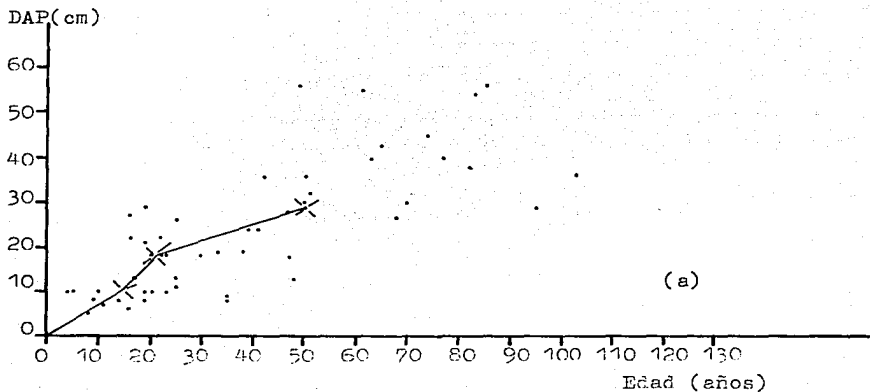


FIG. 11. RELACION EXISTENTE ENTRE EL DAP Y LA EDAD DE a) P. hartwegii Y b) P. patula.

— CURSO DE LA RELACION CONSIDERANDO PARA CADA PUNTO LA MODA DE DAP Y LA MODA DE EDAD EN LA CLASE DIAMETRICA.

TABLA 4. Modas de Edad, Altura y DAP de *P. hartwegii*.

Clase Diamétrica	Altura	Edad	DAP	Edad Minima	Edad Maxima	Total
1	4	15	10	4	35	16
2	10	22	18	16	48	14
3	15	50	29	16	70	10
4	15	--	36	42	81	7
5	16,20	--	45,54	74	83	2
6	25	--	56	49	85	3

TABLA 5. Modas de Edad, Altura y DAP de *A. religiosa*.

Clase Diamétrica	Altura	Edad	DAP	Edad Minima	Edad Maxima	Total
1	8	24	11	12	75	21
2	20	27	17	17	107	26
3	25	49	29	18	97	22
4	30	79	37	23	123	31
5	35	96	49	38	143	29
6	35	117	58	52	159	29
7	40	95	69	50	156	27
8	40	114	80	64	138	21
9	35	--	90	--	--	6
10	25	--	98	--	--	3
12	45	--	119	--	--	1

TABLA 6. Modas de Edad, Altura y DAP de *P. ayacahuite*.

<i>Clase Diamétrica</i>	<i>Altura</i>	<i>Edad</i>	<i>DAP</i>	<i>Edad Mínima</i>	<i>Edad Máxima</i>	<i>Total</i>
1	20	45	13	--	--	1
2	25	--	15,17	49	52	2
3	27	53	27	51	69	4
4	35	56	42	--	--	1

TABLA 7. Modas de Edad, Altura y DAP de *P. patula*.

<i>Clase Diamétrica</i>	<i>Altura</i>	<i>Edad</i>	<i>DAP</i>	<i>Edad Mínima</i>	<i>Edad Máxima</i>	<i>Total</i>
3	25,30	--	32,34	57	65	2
4	30	63	37	50	87	6
5	35	70	49	51	115	7
6	35	94	57	58	142	10
7	40	104	70	62	141	6
8	35,40	--	75,83	88	91	2

7.5.3 Incrementos determinados.

El ancho de los anillos de crecimiento, no sigue un patrón rígido en cuanto a la edad (Anexo 5). Manifiestan gran variación de tamaño en cada clase, esto resulta porque el crecimiento depende en gran medida del medio ambiente; Keplac (1983) menciona que, dentro de ciertos límites, el incremento en diámetro es mayor cuando hay más espacio, lo mismo sucede con la luz.

Sin embargo, de manera general las medias por clase de edad de los cilindros de incremento obtenidos muestran un menor crecimiento a medida que el árbol es mayor en edad y que requieren más tiempo para pasar de una clase diamétrica inferior a otra superior (Tabla 8).

En el manejo de bosques para producción es de gran importancia conocer el ritmo de crecimiento tanto en diámetros como en altura. La edad en que la velocidad de crecimiento en altura y diámetro se ve disminuida o el punto de inflexión en la gráfica de crecimiento, sería el indicativo de iniciar una fase de corte con su posterior resiembra para nueva producción.

En el caso del Bosque en estudio el punto de inflexión no es tan importante como el punto en que la curva se hace asintótica. Este punto representa la edad en que cesa el crecimiento en altura y diámetro.

Según Bindwell (1979) cuando el crecimiento neto cesa eventualmente, el consumo de oxígeno (la respiración) iguala o supera la producción de oxígeno (la fotosíntesis).

En este punto, a menos que renuevos sustituyan (natural o artificialmente) a árboles viejos, la proporción de carbono fijado se ve seriamente reducida. De esto se desprende que si bien el bosque se conserva por tiempo indefinido asegurando la conservación de los recursos suelo, agua y fauna, por la falta de este manejo, no aseguramos su participación como mejorador de la calidad del aire, que aunque mínima no deja de ser importante por la cercanía del Parque a la zona urbana del Distrito Federal.

TABLA 8. Incremento para un Periodo de 10 años (IP) y Tiempo de Paso (TP) para clases de 10 cm en relación a la edad del arbolado.

Clase de edad (años)	A. religiosa		P.hartwegii	
	X IP (cm)	X TP (años)	X IP (cm)	X TP (años)
10	---	---	2.937	7.20
11-20	3.530	11.60	2.692	14.83
21-30	2.070	19.61	1.514	21.75
31-40	1.836	21.69	0.952	30.60
41-50	1.413	28.31	0.985	30.66
51-60	0.918	30.89	1.599	22.00
61-70	1.050	33.35	0.992	39.40
71-80	0.754	43.13	0.900	34.00
81-90	0.884	43.23	0.274	51.00
91-100	0.835	42.52	0.488	50.00
101-110	0.499	52.73	0.498	80.00
111-120	0.740	49.66	---	---
121-130	0.602	47.72	---	---
131-140	0.677	49.88	---	---

VIII. CONCLUSIONES.

1.- *Se reconocieron once unidades ecológicas, la más importante desde el punto de vista de Riqueza Florística es la unidad Igei-Feozem-Abies religiosa y, por extensión la unidad Igei-Andosol-Abies religiosa.*

2.- *La altitud como gradiente es el factor ecológico que influye más notablemente en la distribución de las especies.*

3.- *Los grupos ecológicos formados no se distinguen por unidades ecológicas determinadas, pero sí por comunidades vegetales.*

4.- *Existen diferencias importantes entre el Perfil Ponderado y el Perfil Índice, respecto a la respuesta de las especies a los factores ambientales con que se analizarón.*

5.- *Los menores índices de similitud se obtienen al relacionar unidades ecológicas de *P. hartwegii* y la de *P. ayacahuite* con las restantes.*

6.- *A. religiosa, P. patula y Q. laurina tiene las mayores tallas en Igei-Feozem-A. religiosa Q. laurina.*

- 7.- *A. religiosa* tiene una distribución de edad normal.
- 8.- *P. hartwegii* presenta una distribución de edad que corresponde a una categoría de bosque joven.
- 9.- La regeneración de *A. religiosa* se restringe a claros del bosque y en bosques abiertos.
- 10.- El crecimiento eventual de *A. religiosa* cesa a los 100 años de edad, cuando el árbol alcanza tallas entre 40-45 m de altura y 70-90 cm de DAP. Para *P. hartwegii* es a los 50 años, con 25 m de altura y 30-60 cm de DAP.
- 11.- El tiempo que requiere un árbol para pasar de una categoría diamétrica a la siguiente superior (tiempo de paso) va aumentando conforme aumenta la edad.
- 12.- El incremento en diámetro para un período de tiempo (Incremento Periódico) es menor en tanto es mayor la edad del árbol.
- 13.- El tamaño de los anillos de crecimiento no sigue un patrón rígido en cuanto a la edad.

IX. BIBLIOGRAFIA CITADA.

- ALVAREZ, M. A. (1966);** *Algunas Clavarias del Valle de México.*
Tesis Profesional: Lic. en Biología;
Fac. Cs. U.N.A.M.
- BIDWELL, R. G. S. (1979);** *Fisiología Vegetal.*
AGT Editor S. A., México.
- BOLIO A. E. (1964);** *Investigación de las condiciones actuales*
del Parque Desierto de los Leones y
Planteamiento de su reestructuración
integral planificada.
Tesis Profesional: Ing. Municipal;
Escuela de Ingeniería Municipal, S.E.P.
- COCODA (1985);** *Actualización del Proyecto*
Inventario-Diagnostico del
Desierto de los Leones.
D.D.F. México.
- DIOZHKIN, V. (1983);** *Acerca de la Ecología*
Ed. Mir., Moscu.
- FREYERMUTH, J. E. (1952);** *Contribución al conocimiento de la*
flora fanerogámica del Parque Nacional
Desierto de los Leones.
Tesis Profesional: Lic. en Biología;
Fac. Cs. U.N.A.M.

- GAUTHIER, B. (1977);** *Un type complementaire de Profil Ecologique: Le Profil Ecologique "Indice"*
Can. Jaut. Bot 55(23) 2859-2865.
- GIBERT, M. A. (1935);** *Liquenes del Valle de México.*
Tesis Profesional: M. en C. Biológicas;
Fac. Cs. U.N.A.M.
- GISPERT, de I. M. (1959);** *Especies del género BOLETUS de la Sierra de las Cruces y del Desierto de los Leones.*
Boletín de la Sociedad Botánica de México.
- GODRON, M. (1965);** *Les Principau Types de Profil Ecologique*
C.N.R.S. CEPES, MONTELLERR FRANCE.
- GOMEZ, P. de los A. (1963);** *Histología, Ecología y Taxonomía del genero HELVELLA del Valle de México*
Tesis Profesional: Lic. en Biología;
Fac. Cs. U.N.A.M.
- HERRERA, S. T. (1964);** *Casteromicetos del Valle de México*
Tesis Profesional: Dr. en Biología;
Fac. Cs. U.N.A.M.
- KERSHAW, K. A. (1964);** *Cuantitative and dynamic ecology*
Eduard Arnold Publishing Co. Ltd. London.

- KLEPAC, D. (1983); **Crecimiento e Incremento de Arboles y Masas Forestales.**
2a. ed. Departamento de Enseñanzas e Investigación en Bosques
U. A. Chapingo, México.
- KREBS, C. J. (1978); **Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance.**
Harper & Row, New York.
- MADRIGAL, S. X. (1967); **Contribución al Conocimiento de la Ecología de los Bosques de Oyamel (ABIES RELIGIOSA (HBK) Senl & Cham.) en el Valle de México.**
Bol. Tec. No. 18. S.A.G., México.
- MADRIGAL, S. X. (1970); **Instructivo para el Estudio Fitoecológico del Eje Neovolcánico.**
Bol. Divul. No. 45. S.A.G., México.
- MANZANILLA, H. (1974); **Investigaciones Epidométricas Silvícolas en Bosques Mexicanos de ABIES RELIGIOSA. Helechos del Valle de México.**
Bol. de la Sociedad Botanica de México.
- MATUDA, E. (1956); **Metodología para el Estudio de la Vegetación.**
Secretaria General de la O.E.A.
Washintong, U.S.A.

- MOOSER, F. (1957); **Los Ciclos del Vulcánismo que formaron la Cuenca de México.**
Congreso Geológico Internacional
Sección I. México.
- MULLER-DOMBOIS (1974); **Aims and Methods of Vegetation Ecology.**
Wiley International Edition, U.S.A.
- ODUM, E. P. (1982); **Ecología.**
3a. Ed. Editora Interamericana, D.F., México
- OOSTING, H. J. (1951); **Ecología Vegetal.**
Editorial Aguilar, Madrid.
- ROMERO, J. C. (1986); **Estudio de Reconocimiento de los Suelos Forestales del Parque Cultural y Recreativo Desierto de los Leones.**
Tesis Profesional: Lic. en Biología;
E.N.E.P. Zaragoza U.N.A.M. México.
- RZEDOWSKI, J. (1970); **Notas Sobre el Bosque Mesófilo de Montaña en el Valle de México.**
Departamento de Botánica, Escuela Nacional de Cs. Biológicas, I.P.N. México.
- RZEDOWSKI, J. (1981); **Vegetación de México.**
Editorial Limusa, México.
- RZEDOWSKI, J. y
CALDERON, G. (1979); **La Flora Fanerogámica del Valle de México.**
Vol. 1, Editorial Limusa, México.

RZEDOWSKI, J. y

CALDERON, G. (1985);

**La Flora Fanerogámica del
Valle de México.**

Vol. 2, Escuela Nacional
de Cs. Biológicas, I.P.N. México. e
Instituto de Ecología, México.

SANCHEZ, S. C. (1980);

La Flora del Valle de México.

6a. Ed. Herrero, México.

S A R H (1983);

Plano Forestal del Parque Nacional

"Desierto de los Leones".

INIF, Escala 1:10 000.

SOSA, H. A. (1952);

Parque Nacional Desierto de los Leones.

S. A. G. Dirección General Forestal
de la Caza. México, D. F., México.

S. P. P. (1982);

Carta Geológica. DETENAL.

Escala 1:50 000 Cd. de México.

Clave E-14-A-39-D.

S. P. P. (1982);

Carta Edafológica. DETENAL.

Escala 1:50 000 Cd. de México.

Clave E-14-A-39.

TORRES, E. y

VELAZQUEZ, E. (1984);

Inventario-Diagnostico de la Cubierta Vegetal, del Parque Cultural y Recreativo Desierto de los Leones.

Informe de Servicio Social U. A. M. Xoch., México, D.F., México.

VELA, L. G. (1976);

Contribución a la Ecología de PINUS PATULA Schl. et Cham.

Tesis Profesional: Lic. en Biología Escuela Nacional de Ciencias Biologicas, I.P.N. México.

VELA, L. G. y

BOYAS J. D. (1984);

La Tipología Ecológica como base de la Planeación Agropecuaria y Forestal.

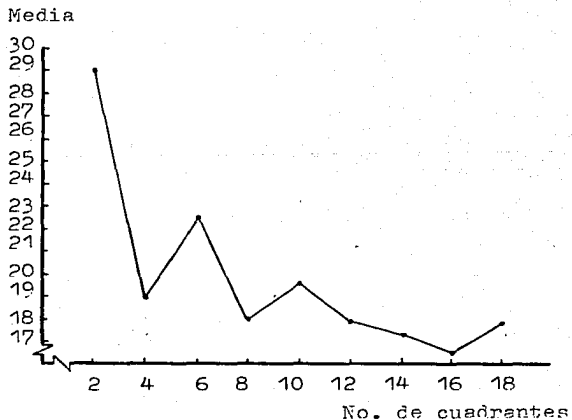
S A R H, INIF: "Ciencia Forestal", No. 47. Volumen 9, 18 pp.

ANEXO 1.

La media corriente de Abies religiosa en la unidad Ipeí-Andosol-A. religiosa siempre se calculo entre 2 cuadrantes para 18 cuadrantes de 1 000 m².

No. de <u>A. religiosa</u> por cuadrante		No. acumulado total	Media corriente
38	20	58	29.0
17	1	76	19.0
33	26	135	22.5
7	2	144	18.0
28	23	195	19.5
14	6	215	17.9
13	15	243	17.3
8	13	264	16.5
25	31	320	17.8

CURVA DE MEDIA ACUMULADA



GENERALIDADES

SITIO No. _____ FECHA _____
 Realizó: _____ Area muestreada: _____
 Localidad (Paraje): _____ Población más proxima: _____
 Municipio: _____
 Estado: _____ Mapa: Fuente _____
 Clave: _____ Esc: _____ Año _____ Lat. _____
 Long. _____ Fotos aéreas Fuente: _____
 Línea: _____ Nos: _____ Esc: _____ Año: _____
 Fotos del sitio ON DC NC Rollo No. _____ Fotos Nos. _____

SUPERFICIE

Relieve _____ Pos. topográfica VA LA BMA BMA BMA MES CRE
 L B G
 PUE CI

Exp. N S E W NE NW SE SW Pend. _____ % Altitud _____ msnm

Microrelieve: PL ON AC Cond. Hidricas: SE HU MH

Vegetación _____ %

Hojarasca _____ % Espesor _____ cm Composición _____

Material fino _____ %

Gravas y piedras _____ %

Rocas _____ %

Tipo: _____

Erosión: Origen HI EO GH Tipo IA SU CA TO Grado L M S Sup _____ %

VEGETACION.

Tipo: _____

Asociación: _____

Vegetación climax _____ Veg. secundaria _____ Usos: _____

Agentes de disturbio ANI PIA ENF PE-M

Estratificación Vertical.

Estrato No. Cobertura % Altura (m) Diagrama del perfil

Observaciones: _____

ANEXO 3.

**Metodología para la obtención de perfiles ecológicos
y perfil índice.**

**1) Perfil de conjunto (NE). Es el número total de sitios
muestreados que pertenecen a la clase E del factor considerado.**

**2) Perfil de Frecuencia Absoluta (FA). Es el número total
de sitios en que aparece una especie en la clase E del factor
considerado.**

**3) Perfil de Frecuencia Relativa (FR). Es la frecuencia
absoluta de una clase, dividida entre el número total de sitios
de la clase.**

**4) Perfil de Frecuencia Corregida (FC). Se obtiene
aplicando la siguiente fórmula :**

$$FR = \frac{\sum NE}{\sum FA}$$

**5) Perfil Ponderado (Pp) Aprovechando la información
de cobertura en la fórmula :**

$$Pp = \frac{CME}{GMT} \times FC$$

Donde :

CME = Cobertura media de la clase E, resulta de dividir la sumatoria de los valores de cobertura de la especie en la clase E entre la Frecuencia Absoluta.

CMT = Cobertura media total, resulta de dividir la sumatoria de los valores de cobertura de la especie entre la sumatoria de las Frecuencias Absolutas.

6) Perfil Indice (PI). Se emplean los datos del perfil

de conjunto y de Frecuencia Absoluta. Con esta información y mediante el uso de tablas de contingencia, se calcula el grado de significancia con la fórmula de la probabilidad exacta de Fisher. Como se presenta a continuación:

$$\begin{array}{r} \text{Sp. A} \\ + \text{ --} \\ + a \quad b \quad a + b \\ \text{Sp. B -- c} \quad d \quad c + b \\ a + c \quad b + d \quad n \end{array}$$

$$P = \frac{(a+b)! (c+d)! (a+c)! (b+d)!}{n! a! b! c! d!}$$

a = Número de sitios donde aparecen juntas las especies A y B

b = Número de sitios donde aparece solo la especie B

c = Número de sitios donde aparece solo la especie A

d = Número de sitios donde no aparece ni A ni B

n = Número total de sitios

Niveles de significancia:

+ = Débil = 0.02 a 0.05

++ = Regular = 0.01 a 0.02

+++ = Fuerte = menor de 0.01

--- = Fuerte = mayor de - 0.01

-- = Regular = - 0.01 a - 0.02

- = Débil = - 0.02 a - 0.05

ANEXO 4.

Relación especie-factor de las especies del Parque Cultural y Recreativo Desierto de los Leones. De acuerdo al Perfil Índice.

SIGNOS CONVENCIONALES

+	<i>Relación ecológica positiva débil</i>
++	<i>Relación ecológica positiva regular</i>
+++	<i>Relación ecológica positiva fuerte</i>
---	<i>Relación ecológica negativa fuerte</i>
--	<i>Relación ecológica negativa regular</i>
-	<i>Relación ecológica negativa débil</i>

LEYENDA

Suelo:	1. Andosol
	2. Feozem
Roca:	3. Ignea extrusiva intermedia
	4. Toba
Altitud:	5. 2 800 -- 2 900 msnm
	6. 2 900 -- 3 000 msnm
	7. 3 000 -- 3 100 msnm
	8. 3 100 -- 3 200 msnm
	9. 3 200 -- 3 300 msnm
	10. 3 300 -- 3 400 msnm
	11. 3 400 -- 3 500 msnm
	12. 3 500 -- 3 600 msnm
Pendiente:	13. 0 -- 10 %
	14. 11 -- 20 %
	15. 21 -- 30 %
	16. 31 -- 40 %
	17. 41 -- 50 %
	18. 51 -- 60 %
	19. 61 -- 70 %
	20. 71 -- 80 %
	21. 81 -- 90 %

ANEXO 5.

Incrementos determinados.

LEYENDA

DAP: Diametro a 1.3 m
 IP: Incremento Periodico
 IPA: Incremento Periodico Anual
 TP: Tiempo de Paso

Abies religiosa							Clase 1
. Núm. .	. DAP	. IP	. Brad	. IPA	. TP	. Alt. .	
	(cm)	(cm)	(años)	(cm)	(años)	(m)	
1	11	2.96	16	0.29	14	8	
2	6	0.78	19	0.07	19	3	
3	11	2.20	14	0.22	14	9	
4	10	0.72	24	0.07	24	10	
5	7	0.64	28	0.64	28	6	
6	11	1.04	21	0.10	21	8	
7	12	0.41	75	0.04	75	8	
8	7	1.53	24	0.15	23	7	
9	11	1.07	25	0.10	25	10	
10	8	3.39	42	0.33	12	5	
11	14	0.93	24	0.09	21	10	
12	10	1.68	12	0.16	12	8	
13	12	0.81	27	0.08	27	8	
14	8	1.52	16	0.15	16	5	
15	14	0.64	32	0.06	32	10	
16	11	0.25	41	0.02	41	9	
17	9	0.62	43	0.06	33	6	
18	14	1.49	31	0.14	26	8	
19	8	1.13	22	0.11	22	6	
20	13	0.39	75	0.03	70	8	
21	9	0.13	52	0.01	52	6	

Abies religiosa

Clase 2

Núm.	DAP (cm)	IP (cm)	BdAd (años)	IPA (cm)	TI (años)	Alt. (m)
1	15	3.74	20	0.37	15	8
2	17	2.73	21	0.27	16	10
3	19	5.69	17	0.56	9	12
4	18	4.42	20	0.44	11	15
5	22	0.57	64	0.05	46	20
6	21	0.53	60	0.05	45	20
7	23	1.53	36	0.15	20	15
8	17	1.95	23	0.19	19	15
9	15	1.05	28	0.10	26	12
10	20	1.98	28	0.19	19	15
11	17	0.50	45	0.05	45	8
12	23	0.39	72	0.03	42	25
13	19	0.34	71	0.03	68	25
14	18	1.01	50	0.10	44	25
15	17	0.81	52	0.08	41	25
16	20	5.16	17	0.51	9	10
17	21	2.09	28	0.20	16	20
18	17	0.61	35	0.06	28	20
19	19	0.64	60	0.06	40	25
20	22	0.78	51	0.07	33	30
21	23	0.66	52	0.06	36	20
22	22	1.38	30	0.13	27	15
23	18	3.44	21	0.34	14	10
24	24	0.28	107	0.02	90	15
25	22	0.76	93	0.07	62	20
26	19	0.49	87	0.04	48	18

Abies religiosa

Clase 3

1	33	7.12	18	0.71	7	18
2	29	0.65	79	0.06	51	10
3	30	2.77	22	0.27	18	15
4	33	0.39	69	0.03	46	25

Abies religiosa

Clase 3

Núm.	DAF (cm)	IP (cm)	Edad (años)	IPA (cm)	TP (años)	Alt. (m)
5	29	0.41	49	0.04	40	25
6	33	0.59	69	0.05	53	25
7	25	1.21	40	0.12	29	20
8	29	1.04	37	0.10	23	20
9	25	0.84	55	0.08	31	30
10	34	0.34	67	0.03	45	30
11	26	1.19	49	0.11	25	25
12	26	0.84	39	0.08	25	30
13	31	2.69	35	0.26	16	20
14	31	2.64	26	0.26	15	25
15	33	1.13	97	0.11	71	30
16	26	0.63	52	0.06	36	25
17	31	0.65	55	0.06	32	25
18	25	0.71	49	0.07	31	20
19	25	0.51	51	0.05	31	25
20	28	0.79	63	0.07	30	25
21	29	4.13	23	0.41	11	15
22	28	0.79	56	0.07	27	25

Abies religiosa

Clase 4

1	37	6.53	23	0.65	8	18
2	40	1.23	71	0.12	41	30
3	37	1.15	45	0.11	31	30
4	41	0.44	71	0.04	33	30
5	36	0.41	80	0.04	61	25
6	39	0.60	84	0.06	51	35
7	44	1.18	79	0.11	17	30
8	39	1.79	31	0.17	17	20
9	37	2.37	41	0.23	18	30
10	36	0.67	87	0.06	53	25
11	44	0.28	122	0.02	84	30
12	37	0.48	80	0.04	32	30

Abies religiosaClase 4

Núm.	DAI (cm)	IP (cm)	Edad (años)	IPA (cm)	TP (años)	Alt. (m)
13	41	0.25	56	0.02	38	35
14	41	0.41	107	0.04	68	35
15	41	1.76	49	0.17	19	30
16	43	1.24	48	0.12	22	30
17	41	3.75	34	0.37	12	25
18	37	2.95	30	0.29	14	25
19	38	0.33	103	0.03	61	35
20	44	0.87	74	0.08	26	35
21	35	0.61	79	0.06	32	25
22	36	0.58	76	0.05	55	25
23	39	0.40	56	0.04	32	30
24	40	0.84	79	0.08	31	30
25	42	0.51	107	0.05	51	35
26	38	1.50	56	0.15	26	25
27	37	0.65	65	0.06	33	35
28	41	0.55	59	0.05	31	35
29	39	0.34	123	0.03	46	30
30	36	1.42	45	0.14	24	25
31	36	1.69	79	0.16	30	30

Abies religiosaClase 5

1	49	0.90	59	0.09	31	25
2	54	1.63	75	0.16	24	30
3	46	0.53	83	0.05	40	30
4	45	0.91	92	0.09	49	35
5	50	1.11	78	0.11	33	30
6	47	1.08	85	0.10	37	30
7	47	0.44	86	0.04	53	30
8	52	0.56	143	0.05	50	40
9	49	0.71	47	0.07	29	30
10	46	3.91	38	0.39	12	30
11	52	0.57	105	0.05	38	35

Abies religiosa

Clase 5

Núm.	DAP (cm)	IP (cm)	Edad (años)	IPA (cm)	TP (años)	Alt. (m)
12	49	0.62	97	0.06	37	35
13	45	0.32	60	0.03	43	30
14	52	0.63	60	0.06	32	30
15	48	0.70	76	0.07	37	35
16	49	0.34	79	0.03	38	35
17	53	1.06	96	0.10	58	40
18	49	4.81	41	0.48	10	25
19	51	0.59	104	0.05	48	40
20	47	0.82	108	0.08	40	35
21	51	0.77	96	0.07	45	35
22	48	1.80	81	0.18	22	35
23	46	0.37	57	0.03	26	35
24	49	1.32	51	0.13	21	30
25	51	1.58	50	0.15	21	35
26	50	0.97	52	0.09	22	25
27	46	0.44	133	0.04	95	35
28	50	1.30	97	0.13	38	35
29	45	0.80	96	0.08	43	35

Abies religiosa

Clase 6

1	64	0.72	62	0.07	29	25
2	64	1.68	91	0.16	31	30
3	63	3.18	56	0.31	16	35
4	59	1.00	89	0.10	42	35
5	62	0.65	89	0.06	40	30
6	63	0.50	108	0.05	57	35
7	61	0.29	93	0.02	62	30
8	64	1.30	152	0.13	29	40
9	56	0.34	154	0.03	46	30
10	55	0.59	133	0.05	36	35
11	59	0.36	64	0.03	48	35
12	58	0.59	80	0.05	57	35

Abies religiosaClase 6

Núm.	DAP (cm)	IP (cm)	Edad (años)	IPA (cm)	TP (años)	Alt. (m)
13	58	0.43	79	0.04	37	35
14	59	0.45	115	0.04	45	40
15	57	0.97	80	0.09	35	40
16	58	0.39	105	0.03	36	40
17	62	0.49	97	0.04	39	35
18	64	0.43	100	0.04	55	35
19	57	0.70	101	0.07	56	37
20	64	1.32	117	0.13	64	35
21	61	0.48	63	0.04	29	35
22	64	0.90	117	0.09	70	30
23	58	0.75	59	0.07	25	35
24	57	1.79	76	0.17	24	35
25	63	1.70	52	0.17	19	25
26	61	0.92	117	0.09	39	35
27	58	0.40	123	0.04	59	35
28	62	0.65	57	0.06	26	35
29	61	0.54	95	0.05	33	35

Abies religiosaClase 7

1	73	0.29	82	0.02	36	35
2	74	0.36	110	0.03	54	35
3	65	0.56	75	0.05	49	30
4	68	0.61	106	0.06	61	40
5	65	0.65	87	0.06	45	35
6	67	1.02	152	0.10	37	45
7	69	0.62	151	0.06	40	45
8	66	0.92	134	0.09	38	30
9	69	0.49	54	0.04	34	35
10	74	1.00	50	0.10	29	35
11	73	0.58	111	0.05	50	45
12	71	1.16	126	0.11	38	45
13	71	2.17	100	0.21	26	45

Abies religiosaClase 7

<u>Núm.</u>	<u>DAF</u> <u>(cm)</u>	<u>IP</u> <u>(cm)</u>	<u>Edad</u> <u>(años)</u>	<u>IPA</u> <u>(cm)</u>	<u>TP</u> <u>(años)</u>	<u>Alt.</u> <u>(m)</u>
14	67	0.31	122	0.03	66	40
15	71	0.35	115	0.03	75	35
16	69	0.59	114	0.05	54	40
17	69	0.76	96	0.07	30	40
18	73	0.95	95	0.09	27	40
19	71	0.66	121	0.06	42	40
20	67	0.37	105	0.03	51	40
21	73	0.50	101	0.05	32	25
22	69	0.38	133	0.03	46	35
23	72	0.45	156	0.04	40	40
24	66	1.12	84	0.11	43	35
25	72	0.37	91	0.03	75	40
26	65	0.76	127	0.07	36	35
27	68	0.60	95	0.06	22	40

Abies religiosaClase 8

1	79	0.72	67	0.07	23	25
2	80	1.73	66	0.17	20	30
3	79	0.89	80	0.08	25	40
4	84	0.60	127	0.06	36	45
5	81	0.86	138	0.08	52	45
6	77	0.83	68	0.08	38	35
7	83	0.50	106	0.05	63	45
8	78	0.61	114	0.06	34	45
9	80	1.19	89	0.11	51	40
10	84	0.60	138	0.06	44	40
11	37	0.20	114	0.02	53	35
12	79	0.97	114	0.09	41	40
13	77	1.39	95	0.13	30	40
14	77	1.00	129	0.10	22	45
15	76	1.63	114	0.16	23	40
16	75	1.24	85	0.12	31	40

<u>Abies religiosa</u>			<u>Clase 8</u>			
Rúm.	DAP (cm)	IP (cm)	Edad (años)	IPA (cm)	TP (años)	Alt. (m)
17	83	0.41	98	0.04	36	40
18	80	1.55	64	0.15	22	35
19	81	0.93	133	0.09	43	40
20	82	0.60	90	0.06	33	40
21	75	0.43	123	0.04	50	35

<u>Abies religiosa</u>			<u>Clase 9</u>			
1	87	3.06		0.30	14	25
2	90	0.94		0.09	20	35
3	93	1.61		0.16	25	35
4	94	0.72		0.07	55	35
5	90	0.43		0.04	35	45
6	86	0.33		0.03	48	35

<u>Abies religiosa</u>			<u>Clase 10</u>			
1	98	4.38		0.48	10	25
2	98	1.81		0.18	29	25
3	100	0.54		0.05	49	45

<u>Abies religiosa</u>			<u>Clase 12</u>			
1	119	1.09		0.10	34	45

<u>Pinus hartwegii</u>			<u>Clase 1</u>			
1	6	0.77	15	0.07	16	4
2	8	3.32	9	0.13	9	3
3	11	2.56	15	0.25	11	4
4	5	1.48	8	0.14	8	2
5	10	1.70	19	0.17	19	4
6	10	2.10	20	0.21	19	4
7	7	3.39	11	0.33	11	4
8	10	2.96	5	0.29	5	3

Pinus hartwegiiClase 1

Núm.	DAF (cm)	IP (cm)	Edad (años)	IPA (cm)	TP (años)	Alt. (m)
9	9	1.47	35	0.14	28	4
10	10	0.36	23	0.03	23	6
11	10	1.85	4	0.13	4	6
12	13	1.54	15	0.15	11	7
13	10	2.55	10	0.25	10	8
14	8	0.42	35	0.04	35	5
15	8	1.02	18	0.10	18	5
16	13	0.98	25	0.09	25	8

Pinus hartwegiiClase 2

1	18	0.48	30	0.04	28	7
2	18	4.77	17	0.47	10	7
3	18	0.42	48	0.04	43	12
4	18	1.63	20	0.16	19	8
5	24	2.17	41	0.21	17	10
6	18	3.39	23	0.33	19	10
7	19	0.57	38	0.05	35	8
8	24	1.56	39	0.15	31	15
9	17	0.73	47	0.07	45	9
10	19	0.71	33	0.07	24	10
11	21	2.78	19	0.27	15	8
12	22	4.71	16	0.47	11	10
13	22	2.51	22	0.25	22	9
14	18	1.67	22	0.16	22	9

Pinus hartwegiiClase 3

1	26	1.93	25	0.19	20	8
2	28	1.40	47	0.14	29	15
3	27	0.78	68	0.07	33	12
4	30	0.84	70	0.08	46	15
5	32	1.59	51	0.15	22	14
6	29	1.22	50	0.12	28	15

<u>Pinus hartwegii</u>			<u>Clase 3</u>			
Núm.	DAF (cm)	IP (cm)	Edad (años)	IPA (cm)	TP (años)	Alt. (m)
7	29	0.48	95	0.04	50	15
8	27	0.60	16	0.06	16	12
9	29	5.20	19	0.52	18	12
10	30	0.84	50	0.08	34	12

<u>Pinus hartwegii</u>			<u>Clase 4</u>			
1	36	0.71	42	0.07	26	16
2	38	1.16	80	0.11	27	15
3	40	0.81	63	0.08	28	15
4	36	0.49	103	0.04	80	20
5	40	0.57	77	0.05	43	15
6	43	0.05	65	0.10	63	25
7	36	0.56	50	0.05	29	18

<u>Pinus hartwegii</u>			<u>Clase 5</u>			
1	54	0.39	83	0.03	57	20
2	45	0.95	74	0.09	32	16

<u>Pinus hartwegii</u>			<u>Clase 6</u>			
1	56	0.95	85	0.09	45	30
2	55	1.47	61	0.14	27	15
3	56	0.78	49	0.07	25	25

<u>Pinus patula</u>			<u>Clase 3</u>			
1	32	0.48	65	0.04	32	25
2	34	1.05	57	0.10	39	30

<u>Pinus patula</u>			<u>Clase 4</u>			
1	37	0.57	87	0.05	50	25
2	37	0.43	86	0.04	60	30
3	35	0.91	85	0.09	31	25

Pinus patula				Clase 4		
Núm.	DAP (cm)	IP (cm)	Edad (años)	IPA (cm)	TP (años)	Alt. (m)
4	37	1.31	62	0.13	33	30
5	44	0.76	63	0.07	42	32
6	43	0.58	50	0.05	33	32

Pinus patula				Clase 5		
1	54	0.77	115	0.07	61	35
2	47	0.39	70	0.03	31	35
3	51	0.72	57	0.07	36	30
4	48	0.53	51	0.05	36	32
5	49	0.35	111	0.03	58	30
6	51	0.90	146	0.09	32	35
7	49	0.28	139	0.02	48	35

Pinus patula				Clase 6		
1	57	0.27	98	0.02	65	35
2	56	0.59	118	0.05	35	35
3	63	0.71	115	0.07	33	35
4	64	0.83	95	0.08	43	35
5	57	0.67	82	0.06	43	35
6	58	0.32	94	0.03	42	35
7	57	1.23	58	0.12	22	35
8	56	1.16	59	0.11	28	35
9	56	1.04	132	0.10	42	30
10	62	0.82	142	0.08	46	35

Pinus patula				Clase 7		
1	65	0.82	104	0.08	49	40
2	71	1.47	124	0.14	54	40
3	70	0.55	76	0.05	35	40
4	70	0.83	130	0.08	37	40
5	73	1.06	141	0.10	41	35
6	67	0.97	62	0.09	27	30

<u>Pinus patula</u>			Clase 8			
Núm.	DAP (cm)	IP (cm)	Edad (años)	IPA (cm)	TP (años)	Alt. (m)
1	83	0.37	91	0.03	42	35
2	35	0.89	88	0.08	40	40

<u>Pinus ayacahuite</u>			Clase 1			
Núm.	DAP (cm)	IP (cm)	Edad (años)	IPA (cm)	TP (años)	Alt. (m)
1	13	0.53	45	0.05	41	20

<u>Pinus ayacahuite</u>			Clase 2			
Núm.	DAP (cm)	IP (cm)	Edad (años)	IPA (cm)	TP (años)	Alt. (m)
1	15	0.27	49	0.02	38	25
2	17	0.56	52	0.05	63	25

<u>Pinus ayacahuite</u>			Clase 3			
Núm.	DAP (cm)	IP (cm)	Edad (años)	IPA (cm)	TP (años)	Alt. (m)
1	33	1.42	69	0.14	33	25
2	27	0.73	57	0.07	38	30
3	27	1.52	51	0.15	30	28
4	31	2.56	53	0.25	22	35

<u>Pinus ayacahuite</u>			Clase 4			
Núm.	DAP (cm)	IP (cm)	Edad (años)	IPA (cm)	TP (años)	Alt. (m)
1	42	2.03	56	0.20	21	35