



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

“Estructura del bosque de *Abies religiosa* (H.B.K) Schl. et Cham. en la
cuenca de Zempoala, Morelos”.

Tesis que para obtener el Título de:

Biólogo

Presenta:

Luis Juárez Guerrero

Tutor:

Doctor José López García





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

HOJA DE DATOS DEL JURADO

DATOS DEL ALUMNO
JUÁREZ GUERRERO LUIS 57129961 UNAM FACULTAD DE CIENCIAS BIOLOGÍA 07112622-7
DATOS DEL TUTOR DOCTOR JOSÉ LÓPEZ GARCÍA
PRIMER SINODAL DOCTORA SUSANA VALENCIA ÁVALOS
SEGUNDO SINODAL MAESTRO EN CIENCIAS JAIME JIMENES RAMIREZ
TERCER SINODAL DOCTORA MARTHA JUANA MARTÍNEZ GORDILLO
CUARTO SINODAL MAESTRO EN CIENCIAS RAMIRO CRUZ DURÁN
DATOS DEL TRABAJO ESCRITO TÍTULO Estructura del Bosque de <i>Abies religiosa</i> (H.B.K.) Schl. et Cham. en la cuenca de Zempoala, Morelos. 85 p. 2010

AGRADECIMIENTOS

A la UNAM por mi preparación y formación.

A la Facultad de Ciencias por brindarme los conocimientos y momentos más felices de mi vida.

Al Instituto de Geografía y muy especialmente a mi amigo el Dr. En Ciencias José López García y su equipo de colaboradores por brindarme su paciente y comprensiva ayuda en la elaboración de este trabajo.

A mis sinodales por el tiempo dedicado para la revisión y evaluación de esta tesis.

A todos y cada uno de aquellos que sin mencionarlos participaron en la culminación del presente trabajo disculpándome por mi deficiente memoria les doy mi más infinito agradecimiento.

DEDICATORIA

A la memoria de mis padres y mi hermano

A mis hermanos y hermanas con sus familias

A mis familiares y amigos

A mis profesores

Muy especialmente para ti Alejandra mi compañera de la vida.

A mis hijos

Rogelio, Luis, Alejandra y su pequeño Yosef

Indice	página
1. Introducción	1
1.1 Objetivos	2
2. Antecedentes	3
3. Caracterización física del área de estudio	3
3.1. Localización y delimitación	4
3.2. Geología y geomorfología	5
3.3. Suelos	7
3.4. Hidrología	8
3.5. Clima	9
4. Metodología	12
4.1. Trabajo de gabinete	12
4.1.1. Elaboración de mapa de vegetación	12
4.1.2. Elección de los sitios y método de muestreo	14
4.2. Trabajo de campo	15
4.2.1. Registro de datos	15
4.3. Análisis de Información	17
4.3.1. Estructura vertical	17
4.3.2. Cálculo de parámetros estructurales	18
4.3.3. Valor de importancia	18
4.3.4. Índice de diversidad	19
4.3.5. Índice de similitud	20
4.3.6. Análisis de clases diamétricas	21
4.3.7. Asociaciones entre pares de especies	21
5. Resultados y Discusión	23
5.1. Vegetación	23
5.2. Composición florístico-estructural	27
5.2.1. Descripción del transecto No. 1	27
5.2.2. Descripción del transecto No. 2	30
5.2.3. Descripción del transecto No. 3	32
5.2.4. Descripción del transecto No. 4	35
5.2.5. Descripción del transecto No. 5	37
5.2.6. Descripción del transecto No. 6	40
5.2.7. Descripción del transecto No. 7	42
5.2.8. Descripción del transecto No. 8	45
5.2.9. Descripción del transecto No. 9	48
5.2.10. Descripción del transecto No. 10	50
5.2.11. Descripción del transecto No. 11	53
5.2.12. Descripción del transecto No. 12	55
5.2.13. Descripción del transecto No.13	57
5.3. Comparación entre los transectos(Discusión)	59
5.4. Índice de diversidad	63
5.5. Índice de similitud	63
5.6. Estructura diamétrica	64
5.7. Índice de asociación	65
5.8. Lista florística	69
6. Conclusiones	70
7. Bibliografía	82
Anexos	
Anexo II. Matriz de frecuencia de especies arboreas y arbustivas del Parque Nacional Lagunas de Zempoala	72
Anexo III. Matriz de frecuencia de especies Herbaceas en el area de estudio	73
Tabla No. 12 Valores de importancia del estrato arbustivo por transecto	74
Tabla No. 13 Valores de importancia del estrato arboreo por transecto	75
Anexo IV. Lista floristica de Fanerógamas y Pteridofitas	76

Resumen

El estudio se realizó en un fragmento de bosque de *Abies* en las proximidades del Parque Nacional Lagunas de Zempoala en los límites del estado de México y de Morelos. La asociación vegetal corresponde a bosque de *Abies religiosa* (H.B.K.) Schl. et Cham. .

El objetivo principal del estudio fue la descripción estructural y florística de esta comunidad, así como la elaboración de un listado de especies que ofrezca una visión general de la composición florística de la misma y la elaboración de un mapa de vegetación de la zona estudiada.

La zona de estudio comprende una poligonal de 2599.11 hectáreas de extensión en la sierra de Zempoala Morelos teniendo como referencia el cerro del Huilote al norte y el Zempoala al sur, con coordenadas geográficas extremas de 19° 06' 30" y 19° 02' de latitud norte y 99° 21', 99° 18' 26" de longitud oeste del meridiano de Greenwich.

El área se localiza en la provincia fisiográfica del Eje Neo volcánico transversal con una topografía muy accidentada con pendientes casi a nivel en las proximidades de los cuerpos de agua hasta mayores a 45 dominando pendientes entre 15 y 45, su origen geológico es producto de la actividad volcánica del mioceno originando la unidad denominada andesita Zempoala que ocupa la porción occidental y cuya topografía es muy accidentada destacándose por la presencia de las principales elevaciones del sitio, posteriormente en el pleistoceno y hasta reciente fluidos basálticos y erupciones del grupo denominado Chichinautzin cubrieron parcialmente la porción oriental que se caracteriza por tener declives suaves con excepción de las elevaciones del cerro el huilote y chalchihuites.

Los suelos presentes en el área son: andosol húmico, litosol y regosol.

Los arroyos que alimentan a los lagos que le dan el nombre al parque y comunidades de ocuilan y Huitzilac se originan en las cumbres de los cerros aledaños siendo estos permanentes y algunos temporales.

Debido a la ausencia de estaciones meteorológicas en la región se extrapolaron los informes meteorológicos de las estaciones más cercanas las cuales fueron Santiago Tianguistengo y Almoloya de Juárez en el del estado de México y Huitzilac del estado de Morelos que le corresponde el tipo de clima C (W2) (w) (b) íg, cuyas características lo definen como el más húmedo de los templados subhúmedos con lluvias en verano con un cociente p/t mayor de 55.

Por medio de la técnica de fotointerpretación se elaboro el mapa de vegetación del área de estudio. Procediendo a muestrear el área por medio de 13 transectos de 60 x 10 m, recolectando la especies de los estratos herbáceo, arbustivo y arbóreo para su posterior identificación y registrando .los datos para

la descripción de la estructura del bosque de *Abies*...Para lo que fue necesario registrar datos para calcular la densidad, frecuencia, área basal y cobertura de las especies vegetales además del valor de importancia de estas, el índice de diversidad de la comunidad, el índice de similitud para cada uno de los transectos y para saber la relación que guardan de competencia interespecificas por medio de la asociación entre pares de especies.

Para cada transecto se elaboro por medio del valor de importancia de los estratos arbóreo y arbustivo su correspondiente histograma de alturas, así como su descripción general.

De los resultados obtenidos en el presente trabajo se concluye que la distribución del bosque de *Abies* es similar en el rango de altitud y características ambientales climáticas y de humedad y temperatura a las reportadas por autores como Madrigal, Rzedowski, Manzanilla, Anaya May y otros. Además de estar constituido por un estrato rasante con un 80% en donde los musgos se presentan con abundancia cubriendo grandes extensiones el arbóreo superior con un 65.8% con *Abies religiosa* como especie dominante; El Arbustivo con *Senecio barba joahnis*, *Senecio angulifolius*, *Fuchsia microphyla* en forma abundante junto con otras que cubren un 48%; el estrato herbáceo constituido por 97 especies entre ellas 23 transgresivas de otros transectos y con una cobertura del 59%; y por último el estrato arbóreo inferior el cual registro el valor más bajo pese a estar representado por varias especies.

El listado florístico está integrado por 101 especies de fanerógamas y pteridofitas distribuidas en 76 géneros y 38 familias.

1. INTRODUCCION

La vegetación de México es de las más variadas del mundo. Se encuentran las asociaciones vegetales que van desde las zonas con temperaturas altas y húmedas, pertenecientes a las selvas altas perennifolias, hasta los páramos de las montañas frías y heladas, o de las zonas áridas y secas de los desiertos donde crecen los matorrales espinosos carentes de agua hasta los humedales donde crecen plantas acuáticas y de pantanos.

Dentro del mosaico de vegetación que presenta el país sobresale un tipo de bosque que por su importancia, tanto ecológica como económica, atrajo el interés para su estudio, se trata del bosque de oyamel *Abies religiosa* (H.B.K.) Schltdl. et Cham. (Pinaceae). Este bosque se encuentra principalmente distribuido sobre el eje volcánico transversal y ha sido aprovechado económicamente por sus características particulares por la industria papelera (Manzanilla 1974).

Otros puntos de vista relevantes de esta especie es el control de la erosión, productividad, conservación ecológica y esparcimiento, así como su importancia en la recarga de mantos acuíferos.

De acuerdo a informaciones recientes (Inventario Nacional Forestal, 1986) se estima que la superficie cubierta por coníferas y latifoliadas es de 27,507,517 hectáreas. Dado que el conocimiento actual de nuestros recursos es muy pobre, se ha mostrado mucho interés en el estudio de estos, desde diversos puntos de vista. Dentro de estos recursos naturales, los Parques Nacionales además de vincularse al bienestar humano como fuente de esparcimiento, que atenúa las tensiones impuestas por la vida actual, son laboratorios vivientes ideales en donde se pueden desarrollar actividades educativas, culturales y científicas, a corto, mediano y largo plazo, que garantice la continuidad y seguridad de los mismos.

El Parque Nacional Lagunas de Zempoala forma parte del conjunto llamado área natural protegida Corredor Chichinautzin, decretado el 30 de noviembre de 1988, para la protección de fauna y flora y como zona de recarga de mantos acuíferos para la zona Norte de la ciudad de México y al Sur, para la zona de Cuernavaca, Morelos. Se caracteriza por reunir inmejorables condiciones de preservación natural y equilibrio ecológico, ostenta reconocimiento mediante su registro en la

lista mundial de parques y reservas equivalentes. A pesar de su cercanía con el Distrito Federal y la ciudad de Cuernavaca, Mor., son pocos los trabajos que existen sobre el bosque, siendo este el contexto que justifica la realización de estudios sinecológicos en áreas poco estudiadas, que pretendan establecer un marco de referencia mediante el diagnóstico evaluativo de sus recursos naturales, que fundamenten la implantación de estrategias para conservar, manejar, usar y desarrollar dichos recursos.

Dada la amplitud que éste tipo de trabajos conlleva y la gran diversidad de comunidades forestales que caracterizan al parque, se decidió trabajar con la comunidad de *Abies religiosa* (H.B.K.) Schtdl. Et Cham. (Pinaceae) por presentar el menor grado de alteración, la mayor extensión dentro del área de estudio, así como por la función de esta especie en el control de la erosión, productividad y conservación ecológica.

Cabe señalar que estos bosques no se restringen a los límites políticos definidos a una zona: por lo cual el área de estudio fue ampliada, en su porción noreste, tomando como límite natural las divisorias de agua.

De esta manera, el presente trabajo pretende la obtención del mapa de vegetación de la poligonal que abarca en su conjunto al fragmento de bosque próximo a las Lagunas de Zempoala Morelos, a través de la interpretación de sus correspondientes fotografías aéreas; así como un análisis florístico-estructural de la comunidad de *Abies religiosa*.

Se aporta también información teórica y metodológica que sirve de apoyo para la realización de futuros trabajos de investigación en este ámbito.

Objetivos

- 1) Caracterizar y describir estructural y florísticamente a la comunidad de *Abies religiosa* (H.B.K.) Schtdl.et Cham. (Pinaceae).
- 2) Aportar un listado de especies de la zona, que ofrezca una visión general de la composición florística de esta comunidad.
- 3) Elaboración del mapa de vegetación para el área de estudio.

2. ANTECEDENTES

Los bosques de *Abies* sobresalen entre el conjunto de las comunidades de coníferas, Leopold (1950), considera el bosque de *Abies* de México como uno de los componentes del “boreal forest”, dadas sus similitudes florísticas, faunísticas, fisonómicas y ecológicas con las grandes masas forestales que cubren las grandes porciones septentrionales de Norteamérica, Europa y Asia. Después del trabajo de Reiche (1914) el cual hace una descripción taxonómica general de la vegetación del valle de México, han sido publicados algunos trabajos relacionados con el bosque de *Abies religiosa*, de éstos sobresalen el de Rzedowski (1954) que incluye un análisis y discusión de varias asociaciones, comprendiendo la de *Abies religiosa*; el de Anaya (1962) que hace un breve análisis de las relaciones suelo-vegetación, comprendiendo dos sitios de muestreo dentro del bosque de oyamel; el de Miranda (1963) quien, al hablar de los diversos tipos de comunidades vegetales del Valle de México, menciona también este bosque; los trabajos de Guzmán (1959), Herrera y Guzmán (1961) tratan de la flora micológica y en parte la ecología general de algunos bosques de *Abies*. La mayor parte de los conocimientos que se tienen en la actualidad acerca de los bosques de *Abies* en México se deben al trabajo de Madrigal (1967) cuyo propósito ha sido el de dar a conocer los factores ambientales y las relaciones fitosociológicas más importantes de estos bosques en el Valle de México. Otros trabajos han sido orientados desde puntos de vista distintos del florístico y ecológico, como el de Wadsworth (1960) relativo a las características de las plantaciones de esta especie en la cuenca; el de Ortega (1962) quien trata las propiedades físicas y mecánicas de la madera y el de Huerta (1963) sobre la anatomía y la histología de la madera. Según Martínez (Op. Cit.) abarca las zonas montañosas del Distrito Federal, así como los estados de Hidalgo, Veracruz, Michoacán, Jalisco, Puebla, Morelos, Guerrero y Tlaxcala. Manzanilla (1974) establece la actual distribución de oyamel entre los 17° 30' y 21° 00' latitud norte y entre los 97-100°00' de longitud oeste.

3. CARACTERIZACIÓN FÍSICA DEL ÁREA EN ESTUDIO

3.1 Localización y Delimitación.

La forma de la zona de estudio es una poligonal de 2599.11 has, con dirección norte-sur en la porción noroeste del Parque Nacional Lagunas de Zempoala, Morelos, sirviendo como punto de referencia el Cerro del Huilote por el norte y el cerro de Zempoala por el sur. Sus coordenadas geográficas extremas son: 19° 06' 30" y 19° 02' de latitud norte, y 99° 21', 99° 18' 26" de longitud oeste del meridiano de Greenwich.

Se encuentra localizada en la porción noreste de la Sierra de Zempoala, quedando incluida dentro de la misma, aproximadamente un 25% del área protegida (Figura 1).

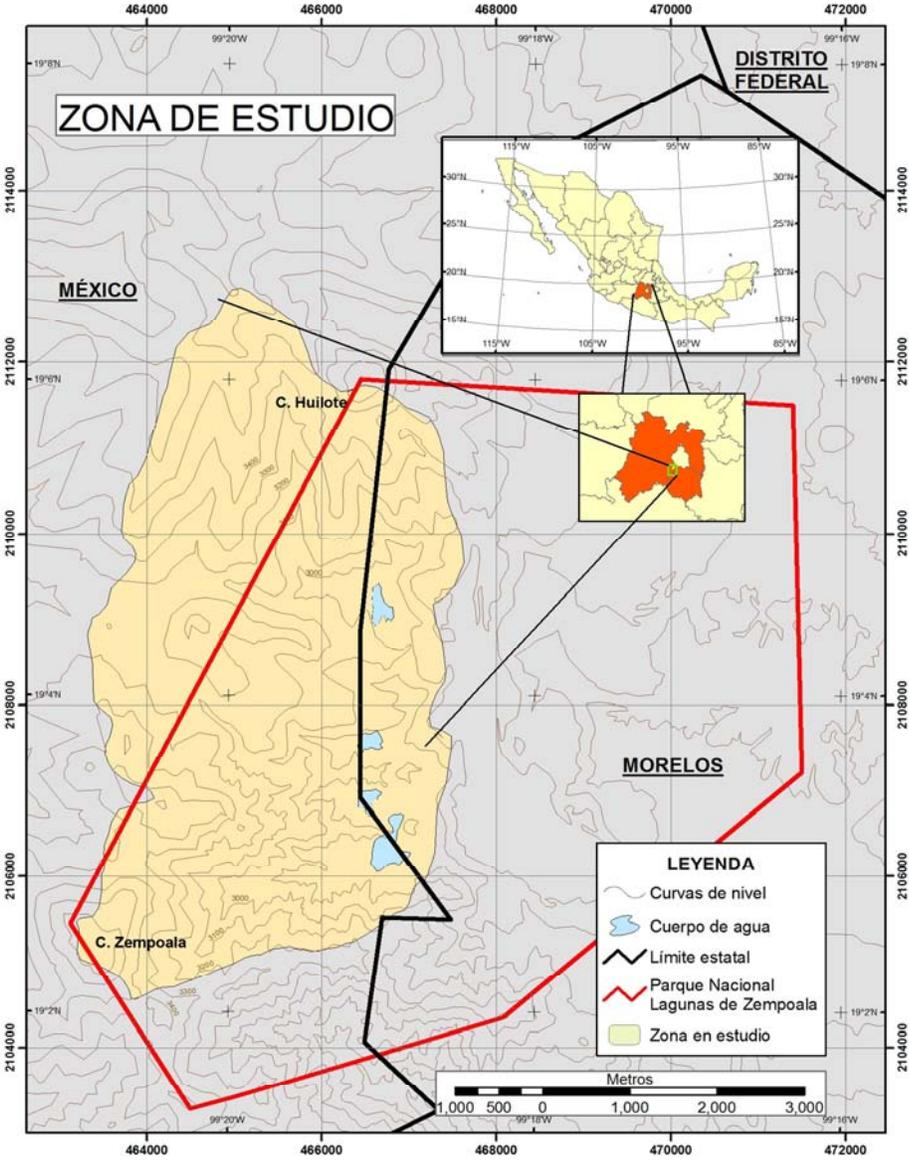


Figura 1. Localización del área en estudio, con respecto al parque Nacional Lagunas de Zempoala.

El área de estudio presenta una ubicación cercana a centros urbanos como son la Ciudad de México, Cuernavaca, Morelos y Toluca, estado de México. Se comunica a dichas ciudades por la carretera federal México - Cuernavaca, troncal con Tres Marías y Huitzilac; otra vía de acceso es por la carretera Toluca – Chalma hasta Santa Martha.

A nivel político administrativo pertenece al estado de México, en contraste con su ubicación territorial, el cual se localiza entre las entidades federativas de los Estados de México y Morelos.

3.2 Geología y geomorfología

El área en estudio queda comprendida dentro de la provincia fisiográfica del Eje Neo-volcánico Transversal, siendo el paisaje que lo caracteriza resultado de la actividad volcánica, ocurrida en el Terciario y Cuaternario de la Era Cenozoica. Presenta una topografía muy accidentada, con pendientes que van desde casi a nivel en las pequeñas planicies de los cuerpos de agua, que se ubican en la parte baja del valle intermontano, hasta pendientes superiores a 45°, dominando las pendientes entre 15 y 45° (Figura 2).

Según Fries (1960), las manifestaciones volcánicas se iniciaron en el Mioceno inferior, prolongándose hasta el Plioceno temprano (12 millones de años), originando imponentes levantamientos integrados por la sucesión de rocas volcánicas andesíticas, cuya estructura geológica es denominada Andesita Zempoala, la cual ocupa la parte occidental.

Posteriormente, en el Cuaternario, a partir del Pleistoceno tardío (600 mil años) y hasta el reciente, nuevas erupciones volcánicas y fluidos lávicos de tipo basáltico, denominados Grupo Chichinautzin, cubrieron parcialmente el extremo oriental, recubriendo la Andesita Zempoala.

Así, el resultado actual de esta antigua e intensa actividad volcánica, define dos principales unidades geomorfológicas claramente diferenciables.

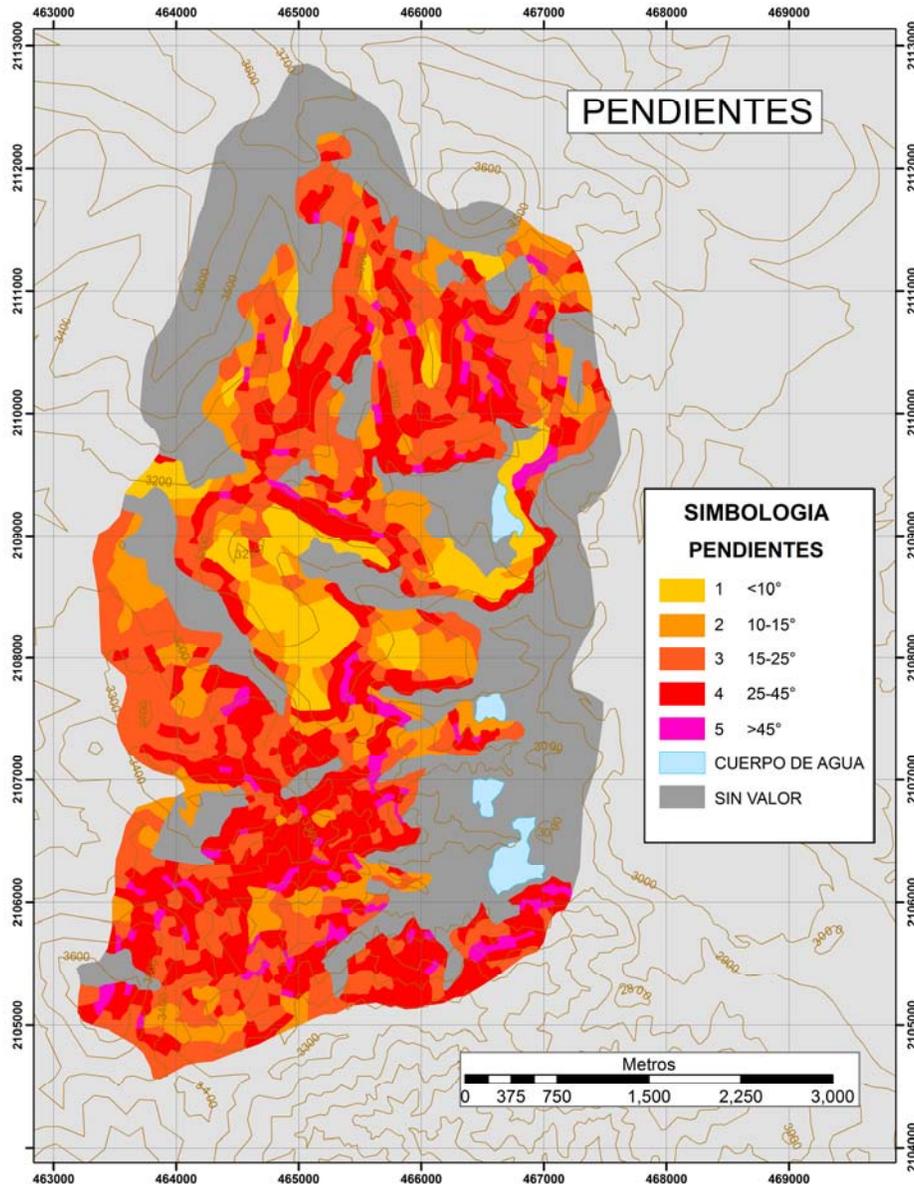


Figura 2. Mapa de pendientes del bosque de oyamel

La primera unidad se caracteriza por presentar declives suaves y pocos accidentes topográficos en la porción este, compuesto de rocas basálticas, mientras que en la región norte, presenta la máximas elevaciones, que corresponden al Cerro del Huilote (3,700 msnm) y al Cerro Chalchihuites (3,400 msnm). Los flujos lávicos que originaron la Mesa la Gloria, deben haber tenido un foco de emisión al norte con dirección norte-sur-sur-este hasta los 2,950 msnm, cuyo extremo sur, se caracteriza por presentar laderas abruptas en el contacto con las Andesitas Zempoala, donde se originó su nivel de base lacustre.

En el extremo noreste se localiza la Mesa Tabaquillo, con una dirección norte-suroeste, presentando un relieve basáltico irregular, de otros focos de emisión.

La segunda unidad comprende la región norte-oeste y sur-oeste y se caracteriza por una topografía accidentada, en donde destacan varias elevaciones, con algunas cimas. Entre ellas están los Cerros Zempoala (3,700 msnm), el Campanario (3,350 msnm), la Leona (3,350 msnm), Ocuilan (3,350 msnm), el Caballete (3,300 msnm) y Cuauhtepac (3,200 msnm). Estas características orográficas determinan un relieve accidentado que desciende bruscamente hasta el nivel de base lacustre (2,850 msnm), haciendo contacto en este lugar con la unidad anterior.

3.3 Suelos

Los suelos que se presentan, tanto en el área de estudio como en el Parque Nacional Lagunas de Zempoala, de acuerdo con la carta edafológicas del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e informática (INEGI) son: Andosol Mólico y Húmico, que se caracterizan por ser suelos que se originan a partir de materiales ígneos, originando suelos con moderado desarrollo pedogenético; de éstos, el andosol mólico se caracteriza por presentarse en las zonas de menor, pendiente como son la Mesa la Gloria y la Mesa El Tabaquillo; donde existen una gran acumulación de residuos vegetales sobre roca basálticas, lo que les permite presentar una saturación de bases superior al 50% de colores oscuros, contenido de materia orgánica mayor del 1% y con un espesor de suelo mayor a 10 cm.

En el caso del andosol húmico, se caracteriza por presentarse en zonas con pendientes mayores a 15° en la vertiente este de la Sierra de Zempoala, sobre materiales andesíticos más antiguos que los derrames basálticos. Las características dominantes de estos suelos son similares al Mólico, excepto por presentar una saturación de bases inferior al 50%.

Otro grupo de suelos presentes tanto en el área de estudio como en el parque, es el de los litosoles, los cuales se caracterizan por ser poco evolucionados, sin desarrollo pedogenético, y con una profundidad del suelo menor a 10 cm, ubicándose en zonas con pendientes mayores de 35° que se distribuyen en forma

dispersa, en afloramientos rocosos, escarpes, áreas sin vegetación y zonas muy erosionadas.

Finalmente otro grupo de suelos presentes en esta región es el de los regosoles, que se caracterizan por presentar un color claro, semejante al material que les dio origen, de poco espesor.

De esta forma, el área presenta una asociación de andosoles húmicos con litosoles regosoles; diferenciándose con base en características geomorfológicas, donde en las áreas de menor pendiente, y por lo tanto de mayor acumulación de residuos vegetales, humedad e intemperismo, propician un mayor desarrollo del suelo como es caso andosol húmico, quedando restringidos los litosoles y regosoles a zonas de gran pendiente (mayores de 35°), afloramiento rocoso y zonas erosionadas.

3.4 Hidrología

Este aspecto tiene especial interés ya que tanto el área de estudio, como el parque se encuentran muy próximos a la intersección de tres sistemas hidrológicos: la Cuenca de México que lo limita por el noreste con la Sierra del Ajusco y la de las Cruces; la Cuenca del Río Balsas por el sur a partir de los cerros Cuauhtepac, Zempoala y la Leona, donde el terreno empieza a descender hacia el Valle de Cuernavaca, formando el vértice suroeste de la Cuenca del Río Amacuzac, el cual es afluente tributario del Río Balsas; y por último la Cuenca del Río Lerma al oeste.

Esta ubicación le confiere singular importancia dado que además de constituir en reservorio hidrológico que coadyuva al suministro acuífero de poblaciones vecinas, como son las poblaciones de Ocuilan de Arteaga y Huitzilac principalmente, alimentan varios cuerpos lacustres, que constituyen uno de los principales atractivos naturales del área (Lagunas de Zempoala). Dichas lagunas se ubican en sentido norte-sur y son: Lagunas de Zempoala, cuyo aporte fluvial es proporcionado principalmente por el Arroyo las Trancas, el cual desciende por el sureste del Cerro del mismo nombre, manteniendo un volumen permanente; Laguna Compila se caracteriza por ser un vaso estrecho alimentado por la Laguna de Zempoala; Laguna Tonatihua, cuyo suministro fluvial es proporcionado por un

pequeño arroyo el cual desciende por la vertiente este del Cerro Ocuilan; Laguna Prieta, la cual es abastecida por el arroyo Pocito; Laguna Quila cuyo aporte acuífero es proporcionado por el arroyo de Quila, el cual desciende por la vertiente este, caracterizándose por tener abundantes cauces hacia el norte.

Las lagunas, Hueyapan y Atexcapa, constituyen depresiones cónicas cuyo relieve impone una pobre alimentación acuífera.

Así, a excepción de estas dos últimas lagunas, la actividad fluvial en las cinco restantes es permanente, variando el aporte acuífero en relación al tamaño de las mismas, constituyendo esta área una superficie considerable de captación acuífera.

3.5 Clima

Debido a la ausencia de estaciones climatológicas en la región y para poder llevar a cabo un análisis climático, se extrapolaron informes meteorológicos de las estaciones más cercanas: Huitzilac, Santiago Tianguistengo y Amoloya del Río, a cargo de la Secretaría de Recursos Hidráulicos. (Tabla 1).

Tabla 1. Estaciones meteorológicas cercanas a la zona en estudio.

Número	Estación	Coordenadas	Años	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anuel	P/T	%An.	Osc.	Tipo de clima
15-004	Amoloya del río 2600msnm	19°10'	T-39	9	9.8	11.5	13.4	14.4	14.8	14	14	13.9	13	10.9	9.3	12.3	74.4	3.5	5.8	Co(w2)(w)(f)
		99°28'	P-39	18	4	10.9	30.7	73.5	159.3	203.4	197	141.5	35.5	18.3	7.8	919.9				
15-071	Santiago Tiang. 2630msnm	19°11'	T-34	11.8	12.8	15.2	16.7	17.2	16.6	15.6	15.5	15.3	14.7	13.4	12.2	14.7	69.8	2.8	5.4	Co(w2)(w)(f)g
		99°27'	P-34	19.2	2.9	6.8	27.2	73.4	171.8	224.9	243.9	168.7	67.3	14.9	6.9	1030.1				
17-30	Huitzilac 2550msnm	19°02'	T-18	9.8	10.3	11.9	13.3	13.9	13.4	12.9	13.1	12.8	12.9	11.2	10.7	12.1	124.5	3.1	4	Co(w2)(w)g
		99°16'	P-19	27.3	6.9	13.7	35.9	71.4	278.2	316	352.4	255.9	111.8	29	13.1	1511.6				

Para tal efecto se reunieron y procesaron datos sobre temperatura, precipitación, número de días nublados y vientos, registrados en el transcurso de 34 y 39 años para las dos últimas estaciones y (18 años para temperatura y 19 para precipitación) en la estación de Huitzilac, que está ubicada a nueve kilómetros del parque, siendo la estación más próxima.

La exposición de laderas tiene un marcado efecto en las condiciones climáticas de las zonas montañosas, por lo que se consideró en este análisis (Figura 3).

A partir de esos informes y basándose en las modificaciones al sistema climático de Köppen, realizado por García (1973), el clima que predomina en el parque y sus alrededores corresponde al C (W2) (w) (b) i' g, cuyas características lo definen como el más húmedo de los templados subhúmedos con lluvias en verano, con un cociente p/t mayor de 55, y con un porcentaje de lluvia inversa al mayor de 5, con respecto a la anual.

Presenta verano fresco y largo, temperatura media del mes más caliente entre 6.5 °C y 22 °C con poca oscilación térmica, entre 5 °C y 7 °C. El mes más caliente se presenta antes de junio.

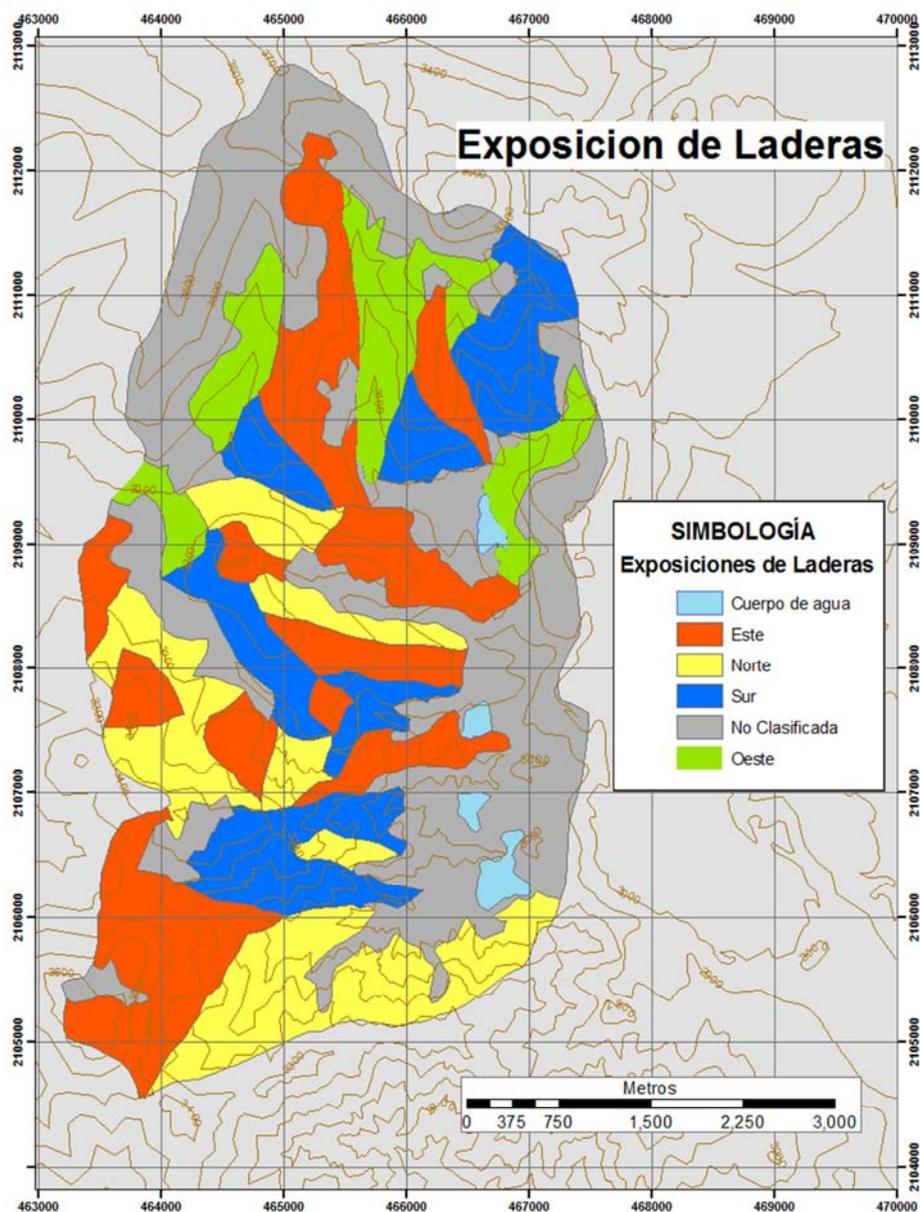


Figura 3. Exposición de laderas del bosque de Oyamel.

A partir de los datos de tres estaciones, se elaboraron los correspondientes climogramas del régimen térmico, los cuales presentan una evidente uniformidad, a diferencia del régimen pluvial (Figura 4), el cual, aunque es activo durante todo el año, presenta dos periodos claramente definidos, concentrándose la temporada húmeda en los seis meses intermedios, mientras que la temporada seca se distribuye en los tres meses iniciales y los tres finales del año; las primeras lluvias ocurren en mayo y van incrementándose desde junio hasta agosto, mes en el que se concentra la mayor precipitación, para después ir descendiendo gradualmente en septiembre y octubre, finalizando así la época lluviosa, dando inicio a la temporada seca que desde noviembre hasta abril es objeto de lluvias ocasionales.

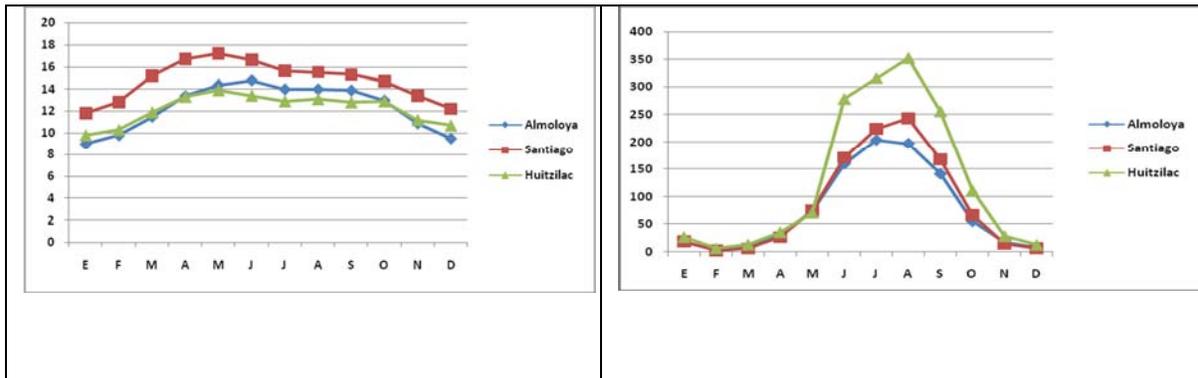


Figura 4. Gráficas de temperatura (°C) del lado izquierdo y de precipitación (mm) del lado derecho de tres estaciones climáticas.

Con la información de las estaciones y obteniendo el gradiente térmico y el de precipitación, se asoció con los niveles altitudinales y esto permitió la elaboración del mapa de unidades ambientales (Figura 5).

Los días con heladas se presentan de octubre a abril, estando más marcado en el invierno. El factor altitudinal y el relieve accidentado, actúa como una barrera orográfica que al permitir el ascenso de las corrientes de aire húmedo provenientes del noroeste induce a que la nubosidad se acentúe en los meses de junio a septiembre.

Esta circunstancia geográfica, también provoca precipitaciones de tipo conectivo tales como aguaceros, que por lo común ocurren libres de granizadas y tormentas eléctricas.

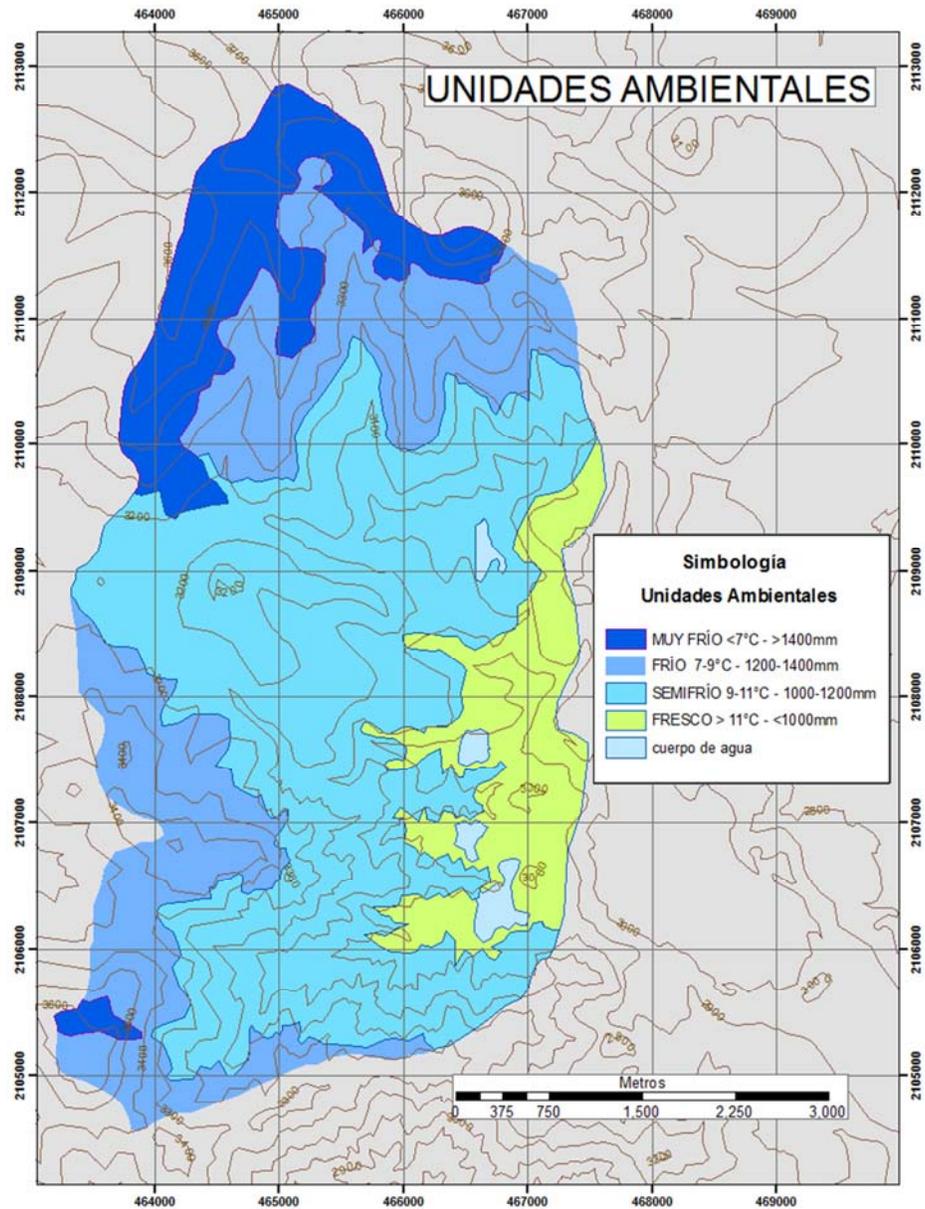


Figura 5. Mapa de unidades ambientales

4. METODOLOGÍA

4.1 TRABAJO DE GABINETE

4.1.1 Elaboración del mapa de vegetación

La fase inicial consistió en realizar una serie de recorridos preliminares, para ir familiarizándose con la zona, a fin de establecer las posibles vías de acceso, así

como para determinar las unidades de vegetación presentes en el parque, las cuales se clasificaron de acuerdo a los criterios propuestos por Rzedowski (1978).

En estos recorridos de campo fue de gran utilidad el uso de fotografías aéreas y de mapas topográficos, que permitieron ubicar geográficamente las comunidades vegetales.

En seguida se presentan los principales aspectos de fotointerpretación seguidos en este trabajo:

a) Detección de las unidades de vegetación.

Esta fase consistió en observar, en pares estereoscópicos correspondientes, las unidades a mapear, en este caso los tipos de vegetación, los cuales dan una imagen específica, en cuanto a tono, color y textura, que permite diferenciar unas unidades de otras, adquiriendo una habilidad fotointerpretativa.

b) Identificación y elaboración de claves de fotointerpretación.

Para lograr una identificación rápida y precisa de las unidades a mapear, se emplearon básicamente criterios cualitativos como los distintos tonos que mostraban dichas unidades en las fotografías aéreas (Tabla 2).

Tabla 2. Criterios cualitativos para la identificación de unidades de vegetación.

TONO	FORMA DE LA COPA	TIPO DE VEGETACIÓN
Oscuro	Cónica	Bosque de oyamel
Claro	Redondeada asimétrica	Bosque de pino
Oscuro	Redondeada asimétrica	Bosque de encino

Se elaboraron las claves de fotointerpretación, codificando las unidades, para su manejo en la cartografía, de acuerdo a la separación de unidades de vegetación en el Parque Nacional Lagunas de Zempoala (Tabla 3).

Tabla 3. Clave de las asociaciones vegetales.

COMUNIDAD	CLAVE
Bosque de Abies	(A)
Bosque de Pinus	(P)
Bosque de Abies-Pinus	(A-P)
Bosque de Pinus-Abies	(P-A)
Bosque de Abies-Quercus	(A-Q)
Bosque de Pinus-Quercus	(P-Q)
Bosque de Quercus-Pinus	(Q-P)
Bosque de Pinus-Pastizal	(P-pz)
Matorral	(Mi)
Bosque de (Pinus-Abies) (Alnus-Quercus)	(P-A) (A1-Q)
Bosque de (Abies-Pinus) (Alnus-Quercus)	(A-P) (A1-Q)
Pastizal	(Pz)

En unos casos fue posible separar unidades homogéneas de *Abies* o *Pinus*, pero cuando no era posible tal división, se decidió asociar dos o más especies arbóreas, resultando combinaciones de éstas como *Abies-Pinus* y *Pinus-Abies*, cuya diferencia es la dominancia de la primera especie sobre la segunda; a este respecto se acostumbra darle un 60% a la primera especie sobre la segunda. En otros casos en que aparecen más de dos especies en asociación se consideró la misma proporción.

c) Delimitación

Consistió en delimitar las unidades vegetales a partir de sus características establecidas por claves de fotointerpretación; con base en este conocimiento previo se procedió a realizar la fotointerpretación y se llevaron a cabo recorridos de verificación.

d) Transferencia de información

Puesto que las fotografías aéreas tienen proyección central y esto trae consigo deformaciones radiales causadas por el relieve a partir del centro de la foto, se hizo necesario restituir la información contenida en éstas, para lo cual fue necesario utilizar el método de triangulación radial mecánica, cuyo principio se basa en la transferencia de información de pares estereoscópicos, que tienen una escala variable y que al ser pasada a un mapa base con escala estándar, presenta una proyección ortogonal, lo que logra con el uso de un stereosketch, que es un aparato de restitución de segundo orden.

La información transferida de esta manera, sirve para hacer mediciones exactas de áreas y longitudes a su vez que permiten cuantificación de hectáreas y distancias respectivamente, obteniéndose finalmente el mapa de vegetación, con su respectiva cuantificación por hectárea y porcentaje de cada unidad de vegetación delimitada.

4.1.2 Elección y método en los sitios de muestreo

Para la elección de los sitios de muestreo se consideró la orientación de las vertientes, las unidades ambientales y las pendientes, lo que permitió la ubicación de los transectos de una manera que fuera representativa (Figura 5).

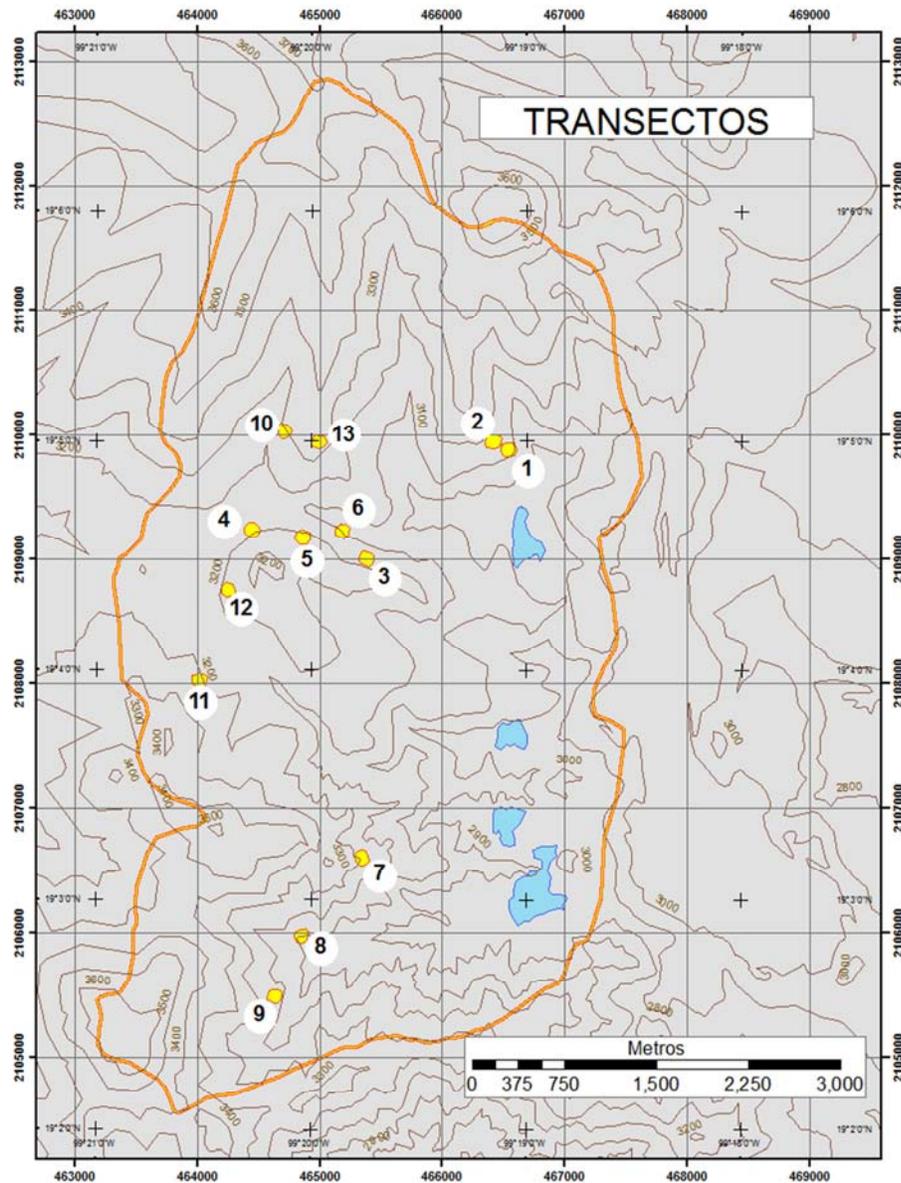


Figura 6. Ubicación de los sitios de muestreo

4.2 TRABAJO DE CAMPO

4.2.1 Registro de datos

La distinción entre los estratos se hizo de acuerdo a los siguientes criterios:

Estrato arbóreo. En este se consideró a los individuos que presentaban una altura mayor o igual a 2.5 m y que por lo general presentarían un solo eje principal.

Estrato arbustivo. Este estrato quedó constituido por especies cuyos individuos presentaran ramificaciones desde la base, o individuos que presentaran un solo eje, pero que tuvieran una altura mayor o igual a 1m e inferior a 4m.

Estrato herbáceo. Dentro de este estrato se consideraron todas aquellas especies y plántulas que tuvieran una altura inferior a 1 m. Es necesario señalar que todos los árboles enraizados dentro de los cuadros fueron censados.

Los datos que se registraron fueron:

- a) Altura. Para los árboles se estimó realizando tres mediciones, calculándose el promedio de altura; en el caso de los arbustos, con ayuda de una cinta métrica.
- b) Diámetro a la altura del pecho. Se realizó únicamente para los árboles, lo que se midió realmente fue el perímetro, con una cinta flexible graduada en mm.

El área basal se obtuvo por medio de la siguiente fórmula:

$$A.B. = r\Pi$$

Considerando que el radio es: $r = P/2\Pi$

Donde P es igual al perímetro medido en el campo

- c) Cobertura de la copa. Se estimó para los árboles midiendo 2 diámetros: (D') y el perpendicular a este (D). El valor de la cobertura se calculó por medio de la siguiente fórmula:

$$\text{Cobertura} = \Pi/4 D1 Da$$

Se midió la parte de las copas de individuos, que aunque enraizados dentro de los cuadros, proyectaban parte de ésta fuera del cuadro.

Esta medición de cobertura también se realizó para los arbustos de la misma manera.

- d) Altura de la primera ramificación. Se midió únicamente para los árboles, para facilitar la elaboración de los perfiles.

- e) Posición en el suelo. Para cada individuo arbóreo se localizaron las coordenadas dentro del cuadro correspondiente.

- f) Porcentaje de cobertura. Para las herbáceas se calculó el porcentaje de coberturas, cuyos valores fueron obtenidos de manera aproximada, codificándose un valor -1 cuando el porcentaje de cobertura total asociada a una especie registrada en un transecto se considera inferior a 1m². Con objeto de establecer una

aproximación numérica en este caso, los valores -1 fueron sustituidos consistentemente con el valor de 0.5.

Se incluyeron las hierbas y los juveniles de las especies arbóreas y arbustivas. En los casos en que una hierba se presentó en varios cuadros o en todos los registros de cobertura global correspondientes al transecto, se obtuvo sumando las cantidades particulares.

Este estudio se realizó en el año del 2005 y se retomó en el año actual (2010).

4.3. ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

4.3.1. Estructura vertical

Se considera que la estratificación vertical es decir, la distribución diferencial de los individuos con respecto a la altura, es un hecho característico de la vegetación (Kershaw, 1973).

El criterio de la organización vertical se apoya en la idea de que los individuos más altos de la comunidad no pueden estar en el mismo nivel de competencia que los individuos que se desarrollan bajo ellos (Sarukhán, 1968).

Con el fin de detectar si existen o no estratos, se han usado varios métodos. Davis y Richard (1933) usaron perfiles de vegetación para detectar la existencia y número de estratos, permitiendo con este método formarse una buena imagen visual de la comunidad.

Se realizaron histogramas de alturas para el estrato arbustivo y arbóreo para cada uno de los transectos de 60 x 10 metros. Davis y Richard (1933) mencionan como medidas convenientes en bosque de 60 m de largo y 8 m de ancho.

Trabajos más recientes como los de Martínez-Ramos (1980), Piñero, *et.al.* (1977), Meave (1983) y Valiente (1984), han usado histogramas de frecuencias de alturas para este análisis.

En este trabajo para el análisis de la estructura, se construyeron histogramas del valor de importancia para las especies arbóreas y arbustivas de manera gráfica, además de los histogramas de frecuencias de clases altimétricas, tanto para los árboles de cada transecto como para el total de árboles. La elaboración de estos histogramas se hizo con intervalos de clase de longitud de 4 metros, esta decisión fue convencional y tomada después de una inspección preliminar de los datos,

tomando en cuenta la variabilidad presente y buscando la mayor facilidad en la comparación de los transectos en términos de las distribuciones asociadas.

4.3.2. Cálculo de parámetros estructurales

Se calcularon los siguientes atributos de las especies: densidad, frecuencia y biomasa, esta última estimada a través del área basal o de la cobertura, la primera se refiere al espacio o proporción del suelo que es ocupado por un tronco, obteniéndose a través del perímetro, la segunda se obtiene a partir de la proyección de la copa del árbol sobre el suelo.

La importancia relativa que se otorga a cada uno de los parámetros varía de acuerdo al criterio del investigador (Sarukhán, 1986).

Densidad, expresada como el número de individuos por el área total.

Frecuencia, se define como la proporción de cuadros en que aparece una especie.

Área basal, se define como:

$$\Pi r^2 \text{ y, } r=P/2$$

Donde P = perímetro a la altura del pecho

$$\text{Cobertura} = \Pi/4 D1 D2$$

Donde D = diámetro de la copa proyectada sobre el suelo.

La cobertura arbórea se obtuvo sumando la calculada para cada árbol presente en cada uno de los 13 transectos, obteniéndose el valor promedio en m² de cobertura x especie.

El valor de la cobertura asociada a cada individuo se calculó en función de las mediciones de D1 y D, suponiendo que la cobertura de la copa tiene la forma de una elipse con semiejes D1 /2 y D/2, resultó su área = $\Pi/4 D1 D$

4.3.3 Valor de importancia

Tradicionalmente en estudios descriptivos se encuentra el empleo de una medida que tiene el propósito de evaluar la importancia de las especies en una comunidad, denominada “valor de importancia”. Muller-Dombois y Ellenber (1974), describen el valor de importancia empleado por Curtis en 1959, el cual se define como la sumatoria de los valores relativos de densidad, frecuencia y dominancia; así para una especie E, este valor se define de la siguiente manera:

Valor de importancia (E) = Densidad relativa (E) + Frecuencia relativa (E) + Dominancia relativa (E).

De acuerdo con Whitaker (1970) cualquiera de estos parámetros puede ser utilizado dependiendo de que valor considere el autor como más importante.

Los correspondientes valores relativos se definen como:

Densidad relativa = Densidad de la especie/Suma de densidades de todas las especies X 100.

Frecuencia relativa = Frecuencia de la especie/Suma de frecuencias todas las especies X 100.

Dominancia relativa = Dominancia de la especie/Suma de dominancia de todas las especies X 100.

Para los árboles y arbustos se obtuvieron los valores de importancia de cada una de las especies registradas en cada transecto.

A manera de descripción adicional se calcularon los valores de importancia uniendo la información correspondiente a los estratos arbóreo y arbustivo. Asimismo con objeto de producir una descripción ordenada de las especies registradas en el estrato herbáceo, se calculó para cada especie el porcentaje de cobertura relativa.

4.3.4. Índice de diversidad

Para definir la diversidad frecuentemente se necesita tomar en cuenta el número de especies y la abundancia relativa de cada una (Wilson y Bossert, 1971). Por esta razón se han diseñado un conjunto de índices, que además de tomar en cuenta la riqueza florística entendida como el número de especies presentes en la comunidad, considera al número de individuos de cada una de éstas. Así la diversidad no depende tanto del número de especies, sino de cómo se reparten los individuos entre ellas.

En índice empleado en el presente trabajo fue el índice de Simpson (Smith, 1998), el cual se define como la probabilidad de seleccionar a dos individuos al azar, pertenecientes a diferentes especies en un muestreo con reemplazo del área en cuestión. Si se denota por S el número de especies en un área determinada y por P_i , $i=1, \dots, S$, la proporción de individuos que pertenece a la i-esima especie se obtiene que:

$$\begin{aligned} \text{Índice Simpson} &= P(\text{seleccionar dos individuos de diferente especie}) \\ &= 1 - P(\text{seleccionar dos individuos de la misma especie}) \\ &= 1 - \sum_{i=1}^S P_i^2 \end{aligned}$$

De la definición de este índice se observa que el valor se encuentra en función del número de especies y la distribución que guardan las proporciones. Cabe señalar que el valor del Índice de Simpson = $1 - \sum_{i=1}^s P_i^2$ cuando $1 - \sum_{i=1}^s P_i^2 = 1$ se minimiza cuando $P_i = 1/s$ $i=1, \dots, s$; es decir cuando la distribución de las proporciones de las especies es una distribución uniforme. En otras palabras que cuando dos organismos tomados al azar sean de la misma especie es poco probable en una comunidad biológica muy diversa, cumpliéndose también el caso contrario.

Los valores de diversidad se obtuvieron para el estrato arbustivo, por cuadro y por transecto. Con objeto de obtener una descripción adicional de la diversidad de las especies se calculó el índice de equidad para este mismo estrato.

El índice de equidad se definió como:

$$E = H/H_{\max}$$

$$\text{Donde: } H = 1 - \sum_{i=1}^s P_i \log_2 P_i$$

$$H = \log_2 S$$

y S y P_i , $i=1, \dots, S$ representan el número de especies y las proporciones de individuos en cada una de ellas.

Shannon-Wiener (Muller-Dombois y Ellenberg, 1974) el valor H es el valor máximo que puede tomar la función H sobre todas las distribuciones posibles P_i , $i=1, \dots, S$. Puede demostrarse que el máximo de la función H se obtiene en la distribución uniforme; es decir, cuando $P_i = 1/S$ $i=1, \dots, S$. De la definición de este índice se observa que está entre 0 y 1 y su valor no depende de la base del logaritmo que se utilice; es decir, se puede utilizar logaritmo natural o logaritmo en base 10, obteniéndose el mismo resultado.

Otro Índice ampliamente usado es el de Shannon-Wiener $H' = -\sum p_i \log_2 p_i$ (Muller-Dombois y Ellenberg, 1974) donde H' =Diversidad (bits/individuo), S =número de especies, p_i = proporción del número de individuos de la especie i con respecto al total (n_i/N_t).

4.3.5. Índice de similitud

Con el fin de describir la similitud existente entre cada uno de los muestreos, para poder discernir entre sus posibles semejanzas y diferencias, se utilizan relaciones de similitud de Jaccard y de Sorensen, los cuales, permiten hacer comparaciones en

función de la presencia o ausencia de las especies. Hiriart (1981), utiliza este índice tomándolo como base en los géneros comunes en ambas muestras; Valiente-Banuet (1984), utiliza el mismo índice, pero con base en las especies presentes. Así, dado que estos índices sólo consideran la presencia o ausencia de las especies y no el lugar jerárquico que ocupa cada una de éstas en la comunidad, se decidió en el presente trabajo asociar un valor cuantitativo a las especies presentes, que pueda dar a su vez una idea de la importancia de cada especie.

En este caso se utilizó el índice de Sorensen incluyendo los valores de importancia, según el siguiente procedimiento:

$$\text{Índice de Similitud} = A/B+C \times 100$$

A = suma de los valores de importancia de las especies comunes a ambos transectos.

B = suma de los valores de importancia del muestreo B

C = suma de los valores de importancia del muestreo C

4.3.6. Análisis de las clases diamétricas

Con objeto de conocer la estructura diamétrica de *Abies religiosa*, se elaboraron los histogramas de frecuencia de clases diamétricas correspondientes a cada uno de los transectos, para lo cual se utilizaron los valores de D.A.P. Dichos histogramas quedaron constituidos por un intervalo de 0.35 cm, para obtener una descripción global correspondiente al total de árboles censados, se construyó el correspondiente histograma, basándose en el total de información recolectada para esta especie.

4.3.7. Asociaciones entre pares de especies

Los factores que determinan la distribución de una especie pueden afectar también la distribución de otras, de manera que éstas no siempre son independientes, estableciéndose posiblemente algún tipo de asociación entre parejas de especies, ya sea positiva o negativa (Pielou, 1977). Para la estimación de este tipo de asociaciones existen diferentes metodologías, así en el presente trabajo se utilizó el método tabla de contingencia de 2 X 2, que es uno de los más comunes. Los datos de campo, obtenidos a partir de los 13 transectos, cada uno de los cuales a su vez se subdividieron en seis cuadros de 10 X 10 m, fueron ordenados en tablas, para mostrar la presencia y la ausencia de las especies en cada uno de los cuadros muestreados (apéndice III).

En seguida, se aplicó el método de tabla de contingencia de 2 X 2, en el que se seleccionó en primer lugar la pareja de especies por investigar, comparando especies del mismo estrato, otro criterio para elegir las parejas fue que se repitieran en varios cuadros de modo que pudieran compararse los resultados, tomándose cada una de ellas como especie base, de ésta se tomaron individuos aleatoriamente y para cada uno se anotó si tenía más cerca de un individuo de su misma especie o de la otra.

Al concluir se tomó la otra especie como base y se repite el proceso (Tabla 4).

Tabla 4. Tabla de contingencia 2 X 2

		ESPECIE A		
		PRESENCIA (+)	AUSENCIA (-)	
ESPECIE B	PRESENCIA (+)	A	B	A + B
	AUSENCIA (-)	C	D	C + D
		A + C	B + D	

Donde:

a = número de cuadros en que A y B aparecen juntas.

b = número de cuadros en que sólo aparece B

c = número de cuadros en que sólo aparece A

d = número de cuadros en que están ausentes tanto A como B

$n = a + b + c + d$

Con los datos mostrados en dicha tabla, se calculó la probabilidad de encontrar a las dos especies juntas en un cuadro.

De acuerdo con la regla dada por Krebs (1978), se procedió a comparar el valor esperado. Dicha regla establece que si el valor esperado es mayor que el observado, plantea la hipótesis de que las dos especies están asociadas negativamente. Por el contrario, si el valor esperado es menor al observado, entonces la hipótesis es que las dos especies están asociadas positivamente. Si el valor esperado es igual que el observado, entonces la hipótesis es que no existe asociación entre las dos especies, por lo que su distribución es independiente.

Se usó la prueba de X^2 para comprobar la hipótesis de asociación en forma estadística, utilizándose la siguiente fórmula de acuerdo con Parker (1981).

$$X^2 = n (ad-bc)^2 / (a+c) (b+d) (c+d)$$

El producto obtenido de X^2 se comparó con la tabla de X^2 . Así de acuerdo con Krebs (1978), si el valor obtenido de X^2 es igual o mayor de 3.84, entonces la hipótesis de que las especies están asociadas ya sea positiva o negativamente se acepta; cuando el valor de X^2 no rebasa la cifra 3.84, no se considera significativo (si $p= 0.05$ y con un grado de libertad). Para el primer caso, de acuerdo con Muller-Dombois y Ellemberg (1974) se utilizó la corrección de Yates para X^2 .

$$X^2(\text{corr. de Yates}) = n[(ad-bc)-n/2]/(a+b) (c+d) (a+c) (b+d)$$

Una vez calculada la X^2 con la corrección de Yates, para los casos señalados, se comparó de nuevo con la tabla estadística.

Como una manera de medir la fuerza de asociación entre cada par de especies, se procedió a calcular el coeficiente de asociación (v) definido por Yule (1912), en: Pielou, 1977).

$$V = ad-bc / (a+b) (c+d) (a+c) (b+d)$$

El valor de V varía de -1 para una asociación negativa completa hasta $+1$ para una asociación positiva completa, obteniéndose un valor de cero cuando no existe asociación.

Así de acuerdo con Krebs (1978), cuando el valor es $+1$ significa que las especies siempre se presentan juntas.

Los resultados obtenidos de los coeficientes de asociación se muestran en forma de matriz, estos mismos valores se presentan en forma de constelación de especies para mostrar la fuerza con que se encuentran asociadas cuantitativamente.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Vegetación

Las comunidades encontradas se mencionan en la tabla 5 y cuya delimitación y distribución puede observarse en el mapa de vegetación (Figura 6).

Como se puede apreciar corresponde a la comunidad pura del bosque de *Abies religiosa* el primer lugar en cuanto a extensión ya que ocupa un 63.5% de área que cubre 1647.67ha, siguiéndole el bosque de (*Abies-Pinus*) (*Pinus-Abies*), el cual abarca una extensión de 301.54 has que corresponde al 11.7% del área. Posteriormente sigue en importancia, de acuerdo a la extensión que ocupan las comunidades en donde se mezclan asociaciones de bosque de *Pinus*, Bosque de (*Pinus-Quercus*); bosque de (*Quercus-Pinus*), así como pastizal y matorral inerme.

Tabla 5. Comunidades de zona en estudio

Comunidad	Hectareas	%
Oyamel	1647.67	63.5
Oyamel-pino	301.54	11.7
Pastizal	285.03	11
<i>Pinus</i>	229.81	8.9
<i>Pinus</i> -pastizal	67.36	2.6
Matorral	31.20	1.2
Cuerpo de Agua	30.51	1.2
Total	2593.11	100

A continuación se describen las comunidades más importantes, por su extensión, haciendo una descripción de sus características y especies más comunes. Así mismo se pone de relieve el tipo de relación que tiene con otros factores del medio (clima, suelo, altitud, exposición, pendiente, etc.). Dadas las condiciones de detalle del mapa, no se mencionan algunas asociaciones por la poca extensión que ocupan.

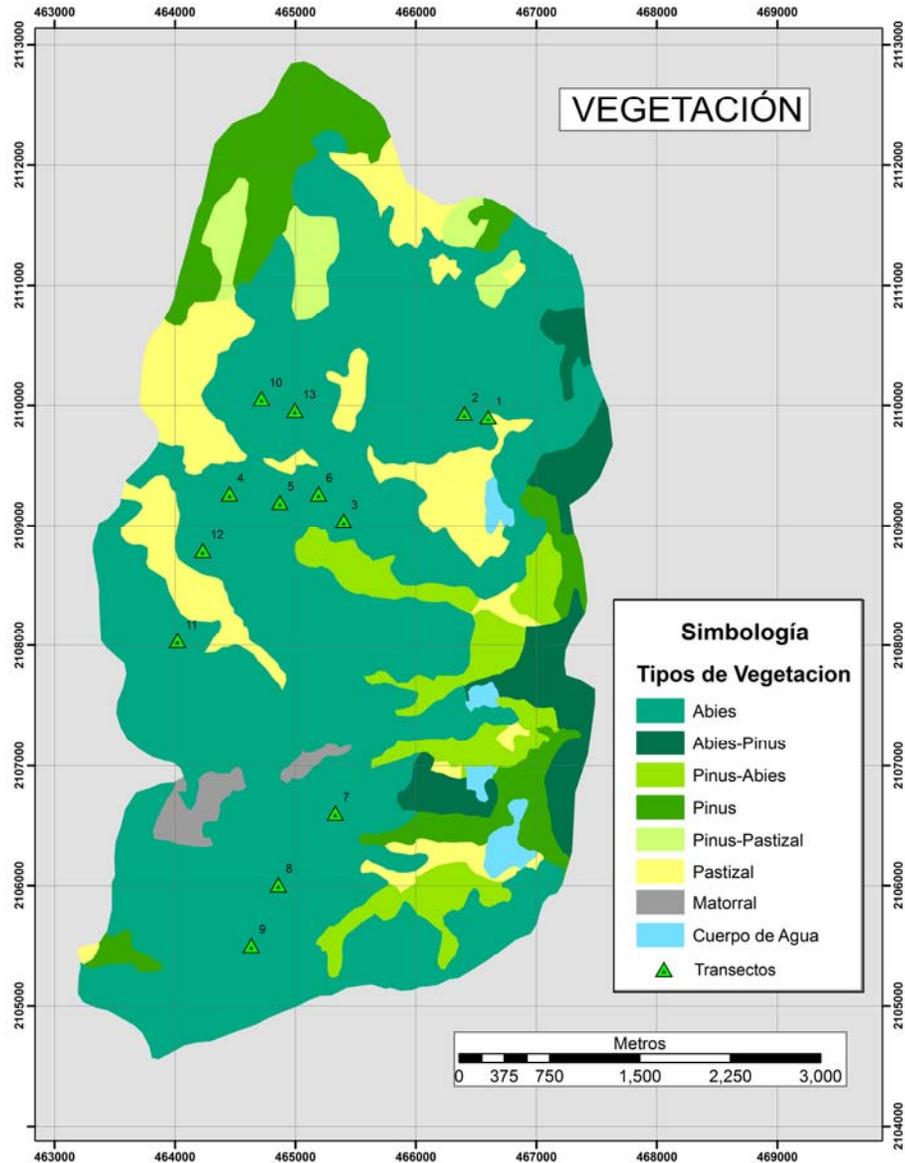


Figura 7. Mapa de vegetación del área en estudio

Bosque de *Abies*

Esta es la comunidad bien definida desde el punto de vista fisonómico, florístico y ecológico; se localiza al oeste, distribuyéndose en altitudes de 2950 msnm hasta 3600 msnm.

Se extiende en las vertientes suroeste y norte del extremo oeste del área en estudio, así como en sitios protegidos y cañadas en donde se concentra la mayor humedad; bajo estas condiciones de altitud y exposición se presentan temperaturas de 7 y 11°C y precipitaciones de, 1000–1200mm. Se desarrolla en un relieve escarpado

constituido por materiales andesíticos y suelos profundos bien drenados, ricos en materia orgánica, que corresponde al grupo andosol húmico y sobre pendientes mayores de 15°, dado que ésta comunidad es el objetivo principal de este estudio, su descripción florística estructural se discutirá con mayor detalle más adelante.

Bosque de *Abies-Pinus*

Esta descripción incluye también a la asociación de (*Pinus-Abies*), dado que las condiciones medioambientales en que se distribuyen son muy similares. Esta asociación ocupa una extensión de 291.84 has que corresponden al 11.7%, localizándose en una franja en la parte central del parque (Figura 6), en la zona de contacto entre los materiales andesíticos y basálticos, distribuyéndose en altitudes de 3000 - 3200 msnm, lo que determina una temperatura de 9-11°C y precipitaciones de 1000 y 1200mm en la parte sur de la zona de estudio; con pendientes por lo general menores a 10° a excepción de la región sureste donde se localizan vertientes con una orientación oeste y con un relieve más abrupto, caracterizando por pendientes mayores a 15°. Dentro de esta unidad se presentan manchones de pino en áreas de menor altitud. Desde el punto de vista florístico el estrato arbóreo está representado por *Abies religiosa*, así como por diferentes especies de pino como *Pinus hartwegii*, *Pinus montezumae*, *Pinus ayacahuite*, entre otros, formando asociaciones características de un determinado piso altitudinal. El estrato arbustivo está dominado por *Senecio angulifolius* con una altura aproximada de 2.5 m y en ocasiones con una cobertura de hasta 50%. En términos generales es común encontrar un primer estrato arbóreo formado por *Abies religiosa* y *Pinus hartwegii* con alturas de 18 hasta 25 mts. El segundo estrato arbóreo está compuesto por *Abies religiosa* con altura de 10 a 15 m. Finalmente se encuentra un tercer estrato arbóreo compuesto por *Abies religiosa*, *Alnus jorullensis* y *Salix oxylepis*, con una altura de aproximadamente de 4 m y hasta un 35% de cobertura.

En verano se presenta la floración de una mayoría de las plantas del sotobosque en el que sobresalen: *Penstemon campanulatus*, *Geranium potentillaefolium*, *Eryngium sp.* Es común encontrar perturbación principalmente por tala fuego y pastoreo.

Bosque de *Pinus*

Este bosque se caracteriza por presentarse en forma disgregada, principalmente en las zonas de contacto entre basálticos y andesitas, como es el caso de un manchón que se encuentra rodeando la parte norte del lago de Zempoala, y al oeste del lago Tonatihua entre los 3000 y 3300 msnm. Otro manchón se encuentra al oeste de la laguna de Quila, otro en la región suroeste del Cerro Calaveras, entre los 3200 y 3400 msnm. Se localiza además al noreste del parque al este de la Mesa el Tabaquillo, hacía el suroeste del Cerro el Palomo, entre los 2850 y los 2800 msnm, por último se tiene en la vertiente sur del cerro el Campanario un manchón entre los 3100 y 3200 msnm, así como otro en la vertiente este del cerro Zempoala.

Pastizal

Generalmente se encuentra asociado a los bosques de *Abies religiosa* (Figura 6), en depresiones con altitudes de 2900 msnm. El material parental en que se desarrollan es de origen de depósitos aluviales, considerándose secundarios debido a que su desarrollo se ha visto favorecido por la tala y el fuego a que han sido sometidos; se caracterizan por ser pastizales amacollados dominados principalmente por especies de los géneros: *Festuca*, *Stipa*, *Muhlenbergia*, entre otros.

5.2. COMPOSICIÓN FLORÍSTICA Y ESTRUCTURAL DE LA COMUNIDAD DE *Abies religiosa*.

Se presentan los resultados obtenidos de los transectos. Para cada uno se indican las observaciones efectuadas sobre localización, orientación topografía, altitud, pendiente, unidad ambiental y suelos (Véase Tabla 6).

Se muestran los resultados cuantitativos del análisis florístico estructural, para lo cual a cada uno de los sitios se indica separadamente los datos obtenidos en los estratos arbóreo y arbustivo.

Así como los valores obtenidos de los cálculos de densidad, dominancia, área basal y valor de importancia.

Asimismo, en cada uno de los análisis de los transectos se incluyen los histogramas de alturas, las gráficas correspondientes a valores de importancia, correspondiente a ese transecto.

5.2.1. Descripción del transecto no. 1

El transecto está localizado hacia el norte del Lago de Quila. La topografía se caracteriza por presentarse en una ladera, con una orientación sur 70° este; la pendiente presenta 30° de inclinación. Su altitud más baja es de 3050 msnm y su altitud máxima es de 3080 msnm.

La geología está caracterizada por la sucesión de rocas volcánicas andesíticas cuya estructura geológica es denominada Andesita-Zempoala. Los suelos están cartografiados como Andosol húmico-litosol.

La unidad ambiental en la que se encuentra este sitio es semifrío subhúmedo, con un rango de temperatura de 9-11-C y una precipitación de 1000 – 1200 mm.

En el muestreo de la vegetación se encontró a las siguientes especies como aquellas que integran florística y estructuralmente a la comunidad de *Abies religiosa* de acuerdo con Rzedowski (1978), en listadas en orden con el valor de importancia.

Abies religiosa

Salix lasiolepis

Pinus hartwegii

Alnus jorullensis

De las especies mencionadas, la densidad absoluta es de 29 árboles/600 m². *Abies religiosa* registró el valor más alto de densidad con 20 individuos, siguiéndole *Pinus hartwegii* con cuatro árboles, *Salix lasiolepis* igualmente con cuatro árboles y *Alnus jorullensis* con sólo un elemento arbóreo.

Abies religiosa obtuvo el valor de dominancia más alto con 828m² que corresponde al 72.6% con respecto a la dominancia total.

El área basal total del sitio fue de 2.022m² /600m².

El valor de importancia mayor fue para *Abies religiosa* (196.1) el siguiente para *Pinus hartwegii* (55.2) (Figura 7).

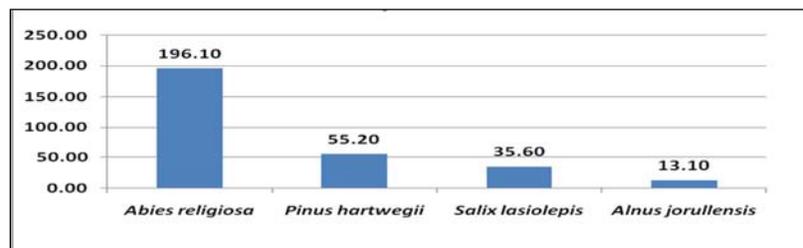


Figura 7. Valor de importancia del estrato arbóreo transecto 1.

La estratificación arbórea, está constituida por árboles de 4.6 – 23 m de acuerdo con los promedios calculados para las alturas de este sitio. La frecuencia más alta de elementos arbóreos queda comprendida en el intervalo No.1 de acuerdo al histograma de altura correspondiente a este transecto (Figura 8).

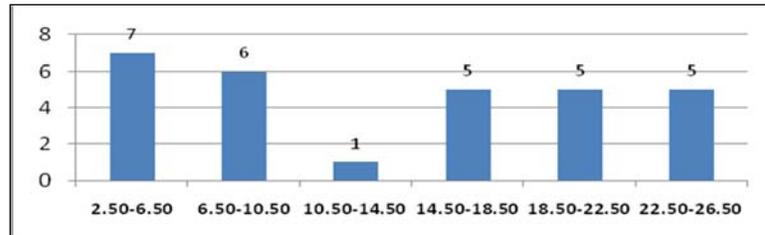


Figura 8. Intervalos de altura del estrato arbóreo transecto 1.

Por lo que la estratificación de acuerdo al perfil, consta de un primer estrato inferior, con alturas menores de 8 m formadas por *Salix lasiolepis*, *Alnus jorullensis*, *Abies religiosa* y *Pinus hartwegii*.

En el estrato arbustivo se encontraron 14 especies:

<i>Cestrum nocturnum</i>	<i>Salvia elegans</i>
<i>Fuchsia microphyla</i>	<i>Salvia polystachya</i>
<i>Fuchsia thymifolia</i>	<i>Senecio angulifolius</i>
<i>Lopezia racemosa</i>	<i>Senecio barba-johannis</i>
<i>Lupinus nutans</i>	<i>Senecio callosus</i>
<i>Lupinus splendens</i>	<i>Solanum cardiophyllum</i>
<i>Salvia cardinalis</i>	<i>Stevia rhombifolia</i>

Las familias mejor representadas son Compositae, Leguminosae, Solanaceae y Labiatae.

La densidad absoluta de los arbustos fue de 352 ind/600 m², *Senecio angulifolius*, alcanza el valor de densidad mayor con 99 individuos siguiéndole *Senecio barba-johannis* con 53, *Salvia elegans* con 51.

Las especies con valor de importancia más altos para los arbustos se presentan en la (figura 9), en donde aparecen todos los registros de valor de importancia de las especies censadas en este sitio, destacando *Salvia cardinalis* (115), *Senecio barba-johannis* (52.4) y *Arctostaphylos arguta* (45.3).

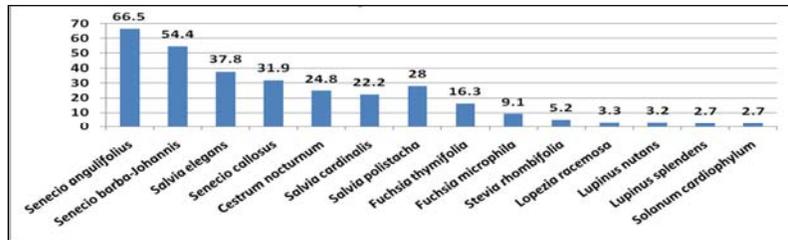


Figura 9. Valor importancia del estrato arbustivo transecto 1.

Las alturas de este estrato quedaron distribuidas en seis intervalos con alturas de 1 m a 3.40 m en donde el intervalo de 1 - 1.40 m registró el valor de frecuencia más alto con 158 individuos (Figura 10).

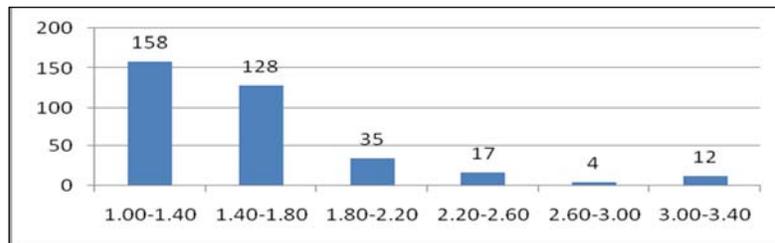


Figura 10. Intervalos de alturas del estrato arbustivo transecto 1.

La cobertura total del estrato herbáceo fue de 33.1m², las especies con mayor cobertura fueron *Salvia elegans* con 12.4 m² y *Salvia cardinalis* con 5 m².

Para este sitio se registró un total de 24 especies herbáceas.

5.2.2. Descripción del transecto no.2

El sitio está localizado al noroeste, el muestreo se realizó en la ladera norte del Cerro el Huilote con una orientación sur 7º este.

Presenta pendientes de 25º con una altitud de 3125 msnm como máxima y mínima de 3100 msnm. Se ubica en la unidad ambiental semifría-subhúmeda con una precipitación de 1000 – 1200 mm y una temperatura media de 9 – 11 °C.

La geología está caracterizada por derrames basálticos. Los suelos están formados por asociaciones andosol húmico-litosol.

Se registraron únicamente dos especies arbóreas que son *Abies religiosa* y *Litsea glaucescens* que presenta una densidad de 45 árboles/600 m².

El área basal promedio fue de 4.2 m² /600 m², *Abies religiosa* registró un área basal total de 3.96 m², así como el valor de importancia más alto (279.9) (Figura 11).

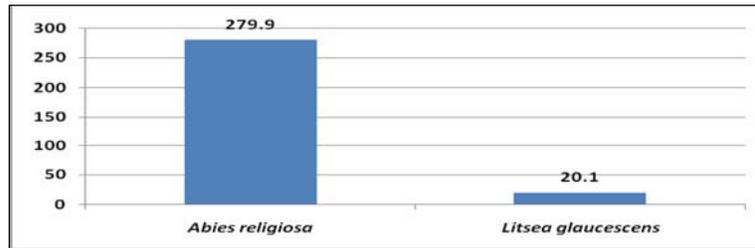


Figura 11. Valor de importancia del estrato arbóreo transecto 2.

El histograma de alturas correspondiente a este estrato, muestra a individuos de 7.5 – 27 m, en donde los intervalos con mayor frecuencia corresponde a los 18.50 - 22.50 y 26.50-30.50 m respectivamente, distribuyéndose las alturas en ocho intervalos (Figura 12).

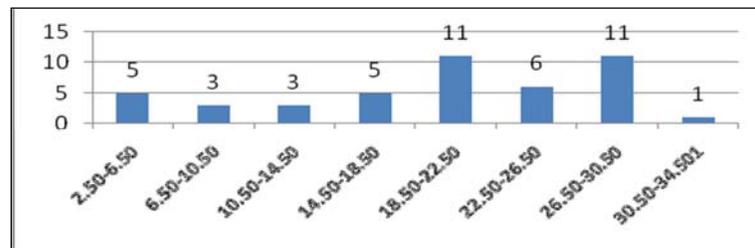


Figura 12. Intervalos de altura del estrato arbóreo transecto 2.

Así, de acuerdo al perfil correspondiente a este transecto se puede observar que la estratificación del dosel está formado primero por una capa de árboles cuyas alturas no pasan de 12 m, mientras que el dosel superior está compuesto por árboles con un promedio de altura de 20 m, alcanzando hasta 25 m.

El estrato arbustivo presenta sólo 6 especies:

Abies religiosa

Arctostaphylos arguta

Cestrum nocturnum

Salvia cardinalis

Senecio angulifolius

Senecio barba-johannis

El estrato abarca un total de cobertura de 21.6 m² donde las mayores coberturas fueron para *Salvia cardinalis* (9m²), *Senecio barba-johannis* (5.2m²).

La densidad absoluta fue de 36 arbustos.

El histograma de alturas de este estrato presenta individuos de 1m a 3.40m. el intervalo con mayor frecuencia es de 1 m a 1.40 m. (Figura 13). La disposición de los arbustos es primero de una capa que alcanza 1.40 m y una segunda capa, con individuos que presentan alturas de 1.40-2.20 m. Algunos promedios de altura obtenidos por las especies de arbustos menores son. *Salvia cardinalis* (1.16 m) y *Cestrum nocturnum* (1.20 m), mientras que los altos están representados por *Abies religiosa*, con 2 m y *Arctostaphylos arguta*, con 1.80 m.

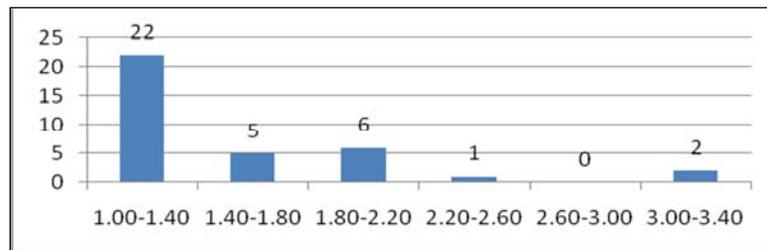


Figura 13. Intervalos de altura estrato arbustivo transecto 2.

Las especies que alcanzan el valor de importancia mayor son *Salvia cardinalis* (115) y *Arctostaphylos arguta* (45.3) (Figura 14).

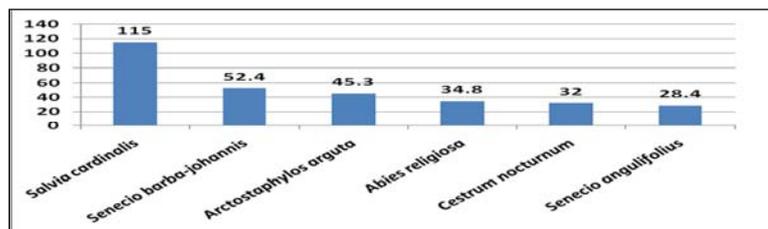


Figura 14. Valor de importancia de los arbustos del transecto 2.

La cobertura total de estrato herbáceo suma 14 m². Las especies con mayor cobertura son *Sibthorpia pichincensis* con 4.4 m² y *Salvia cardinalis* con 2.5 m².

5.2.3. Descripción del transecto no.3

El transecto se localiza al noreste del lago Quila, con una orientación sur 50° oeste; a la topografía del lugar está presentada por una ladera, con altitud de 3040 a 3075 msnm en su parte más alta. Con una pendiente de 32° de inclinación; la unidad

ambiental en la que se ubica corresponde a la semifría – húmeda con una precipitación de 1000 – 1200 mm y una temperatura de 9 – 11 °C.

La geología se encuentra formas por la Andesita Zempola, formada por andesitas. El suelo está cartografiado como andosol húmico litosol.

En este sitio se encontró como único elemento arbóreo a *Abies religiosa* (Figura 15).

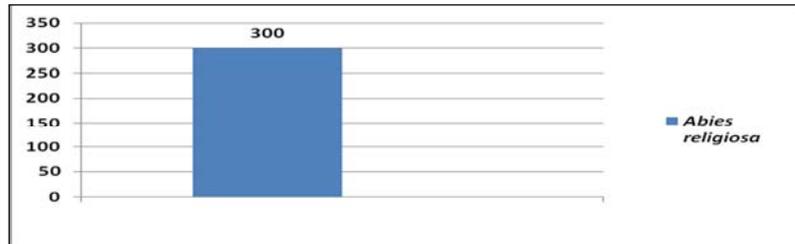


Figura 15. Valor de importancia estrato arbóreo transecto 3.

La densidad absoluta fue de 25 individuos. El área basal total promedio fue de 4.79 m².

La estratificación del lugar, de acuerdo con el perfil de éste sitio, comprende únicamente a individuos de *Abies religiosa* con alturas de 14.50 m a 34.50 m.

La frecuencia más alta se encuentra en el intervalo 14.50 - 18.50 m (figura 16).

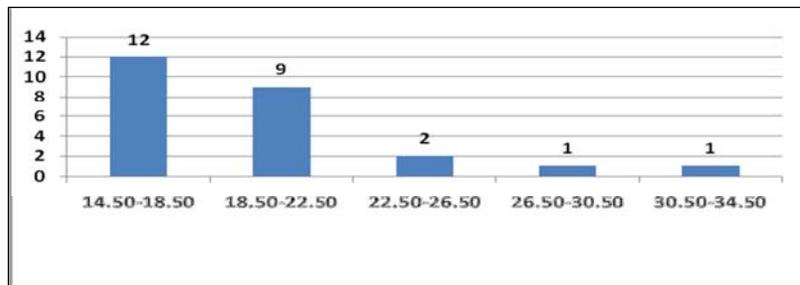


Figura 16. Intervalos de alturas estrato arbóreo transecto 3.

De acuerdo al perfil, se distinguen dos estratos de árboles con alturas comprendidas en estos dos intervalos, un estrato medio con árboles menores de 18.50 y un estrato alto con árboles de más de 18.50 m.

En el estrato arbustivo se encontraron ocho especies:

Abies religiosa

Cestrum nocturnum

Salvia elegans

Senecio angulifolius

Eupatorium lucidum

Senecio barba-johannis

Salvia cardinalis

Sonchus oleraceus

Para este estrato se obtuvo una densidad de 259 arbustos/600 m² en donde *Salvia elegans* y *Eupatorium lucidum* alcanzaron los valores más altos de densidad con 76 y 72 arbustos respectivamente.

La cobertura total fue de 23.9 m², las especies con valores de cobertura más alta fueron: *Eupatorium lucidum* (86.4 m²), y *Senecio angulifolius* (72 m²).

Los valores de importancia más altos son para *Eupatorium lucidum* (83.4) y *Senecio angulifolius* (62.5) (Figura 17).

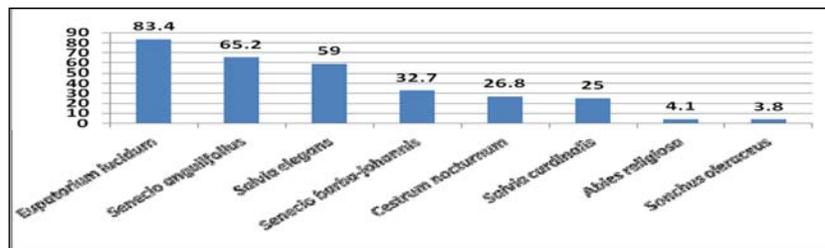


Figura 17. Valor de importancia estrato arbustivo transecto 3.

Como se aprecia en el histograma de alturas correspondientes a este estrato (Figura 18), los arbustos presentan las frecuencias más altas en los dos primeros intervalos, de 1 - 1.40 y de 1.40 - 1.80 m respectivamente. En este sitio se observa claramente una separación, en cuanto a la diferencia de alturas, apreciándose un estrato arbustivos bajo que no sobrepasa 1.40 m y un estrato arbustivo alto con alturas de 1.40 m hasta 2.60 m compuesto por *Cestrum nocturnum*, *Senecio angulifolius* y *Senecio barba-johannis*. La cobertura total del estrato herbáceo fue de 77.1 m² donde *Salvia elegans* obtuvo el valor más alto con 18.5 m². Se registraron un total de 31 especies.

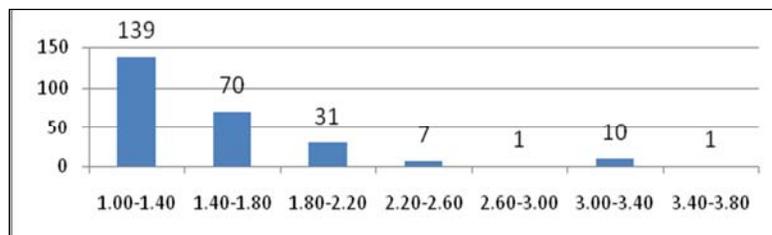


Figura 18. Intervalo de alturas del estrato arbustivo transecto 3.

5.2.4. Descripción del transecto no.4

El muestreo de la vegetación de este transecto se efectuó en la porción oeste fuera del parque, con una orientación norte 16º oeste, teniendo una altitud máxima de 3185 msnm y una mínima de 3150 msnm (Figura 10).

Se ubica dentro de una unidad ambiental semifría-subhúmeda con una precipitación de 1000 – 1200 mm y una temperatura de 9 – 11 °C.

La geología pertenece a la formación Andesita-Zempoala, con una litología formada por andesitas.

Los suelos están cartografiados como asociaciones andosol húmico-Litosol.

Se registraron cuatro especies arbóreas que son:

Abies religiosa

Prunus serotina subespecie capuli

Juniperus monticola

Salix lasiolepis

Se presenta una densidad de 34 árboles /600 m². *Abies religiosa* obtuvo el valor más alto de densidad con 25 árboles, lo que representa el 73.52% con respecto a las otras tres especies.

El área basal total fue de 3.89 m². Los valores de importancia más altos fueron para *Abies religiosa* (221.6), *Salix lasiolepis* (35.9) y *Prunus serotina subespecie capuli* (29.92) (Figura 19).

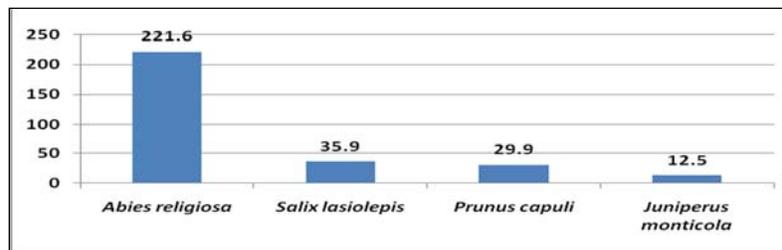


Figura 19. Valores de importancia estrato arbóreo transecto 4.

En el correspondiente histograma de alturas (Figura 20) se aprecia que los elementos arbóreos se encuentran distribuidos hasta en siete intervalos, en donde las frecuencias mayores quedan comprendidas en los intervalos 1, 6 y 7; por lo que la estratificación está formada por elementos que no sobrepasan una altura de 10.50 m formado un estrato arbóreo inferior compuesto por *Juniperus monticola*, *Salix lasiolepis*, *Prunus serotina subespecie capuli* y algunos individuos de *Abies religiosa*,

mientras que el dosel alto está formado por *Abies religiosa* únicamente, cuyas alturas se encuentran entre 14.50 hasta 30 m.

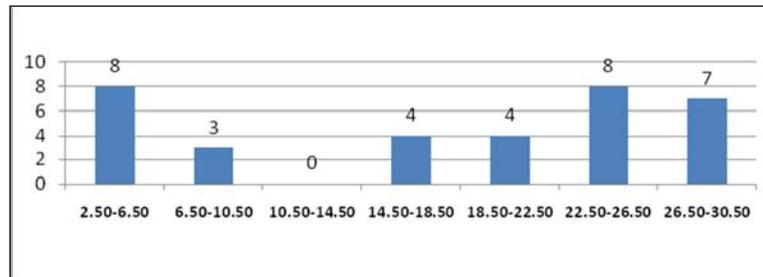


Figura 20. Intervalos de altura estrato arbóreo transecto 4.

<i>Adiantum andicola</i>	<i>Prunus serotina subespecie capuli</i>
<i>Arctostaphylos arguta</i>	<i>Salix cana</i>
<i>Arracacia atropurpurea</i>	<i>Salvia cardinalis</i>
<i>Baccharis conferta</i>	<i>Salvia elegans</i>
<i>Buddleja cordata</i>	<i>Senecio angulifolius</i>
<i>Eupatorium glabratum</i>	<i>Senecio barba-johannis</i>
<i>Eupatorium lucidum</i>	<i>Senecio callosus</i>
<i>Fuchsia microphyla</i>	<i>Senecio prenanthoides</i>
<i>Fuchsia thymifolia</i>	<i>Sonchus oleraceus</i>
<i>Gnaphalium salicifolium</i>	<i>Stevia rhombifolia</i>
<i>Microsechium ruderale</i>	<i>Valeriana clematitis</i>
<i>Monnina schlechtendaliana</i>	

Se obtuvo un valor de densidad para este estrato de 583 arbustos /600m² donde *Senecio barba-johannis* presenta el valor más alto de densidad con 122 individuos; siguiéndole *Salvia cardinalis* con 121 individuos.

La cobertura total fue de 37.7 m² /600 m². Las especies con mayor cobertura fueron *Prunus serotina subespecie capuli* (6.5 m²), *Salix cana* (3.8 m²).

Las especies con mayor valor de importancia fueron *Senecio barba-johannis* 61.6, *Senecio angulifolius* 56.2 *Salvia cardinalis* 36.5 y *Salvia elegans* con 27.3 (Figura 21).

La distribución de alturas de los elementos arbustivos está compuesta por individuos que no alcanzan una altura mayor de 1.80 m quedando comprendido en los intervalos

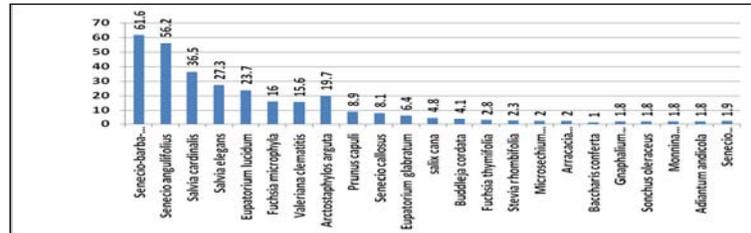


Figura 21. Valor de importancia estrato arbustivo transecto 4.

1 y 2, que son los intervalos en donde se registran los valores de frecuencia más altos (Figura 22).

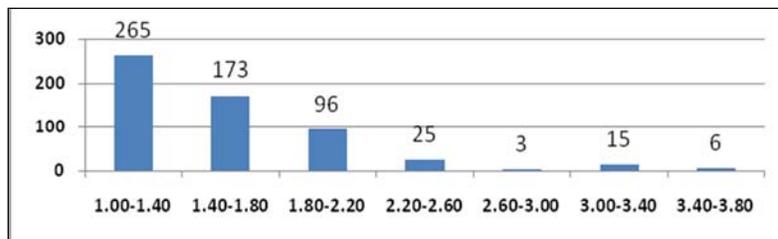


Figura 22. Intervalos de alturas estrato arbustivo transecto 4.

El estrato herbáceo ocupa 63 m²/600 m² de cobertura total en donde las especies que alcanzan valores mayores son *Senecio barba-johannis*, con 20.2 m², *Sibthorpia pichinchensis* con 15 m² y *Senecio angulifolius* con 7.3 m².

Para este estrato se registraron un total de 33 especies del estrato herbáceo.

5.2.5. Descripción del transecto no.5

El muestreo de la vegetación de este sitio se efectuó hacia el oeste de Quila, fuera de los límites geográficos del parque. El transecto quedó ubicado con una orientación norte 7° este. El muestreo fue realizado entre los 3010 y los 3050 msnm. Presenta pendientes de 35° de inclinación.

Se ubica dentro de la unidad ambiental semifrío-subhúmedo con una precipitación de 1000 – 1200 mm y temperaturas de 9 - 11 °C.

Litológicamente el sitio está compuesto por elementos andesíticos.

Los suelos se cartografiaron como andosol húmico-Litosol.

Se registraron dos especies arbóreas que son:

Abies religiosa

Pinus hartwegii

Presentan una densidad de 37 árboles/600 m². El área basal total fue de 3.89 m², en donde el registro más alto es para *Abies religiosa*, al igual que el valor de importancia (Figura 23).

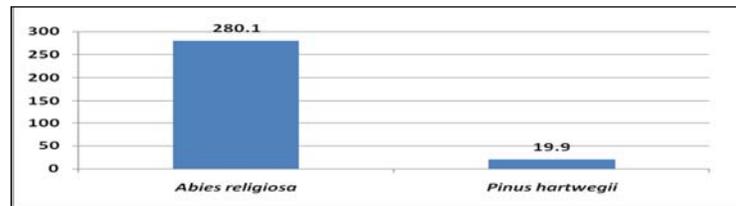


Figura 23. Valor de importancia estrato arbóreo transecto 5.

La estratificación muestra a individuos de 3.50 – 36 m en donde las frecuencias más altas corresponden a los intervalos de 2.50 6.50 y de 6.50 - 10.50 m. Los árboles más altos se encuentran en el intervalo nueve con una altura de 34.50 - 38.50 m (Figura 24).

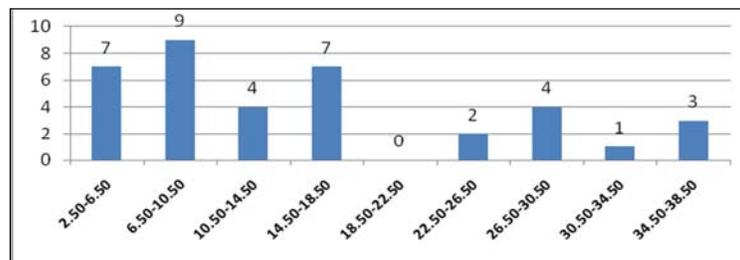


Figura 24. Intervalos de alturas estrato arbóreo transecto 5.

El estrato arbóreo está compuesto, por un estrato inferior conformado por elementos con alturas de 3.5 - 10.5 m, un estrato medio con individuos que no sobrepasan una altura de 22 m y finalmente por un estrato superior que queda integrado por árboles que alcanzan hasta una altura de 38 m.

En el estrato arbustivo se registraron 14 especies.

Acaena elongata

Salvia elegans

Arracacia atropurpurea

Senecio angulifolius

Bidens ostrutheoides

Senecio barba-johannis

Cestrum nocturnum

Senecio platanifolius

Eupatorium lucidum

Fuchsia microphylla

Salvia cardinalis

Smilax moranensis

Sonchus oleraceus

Valeriana clematitidis

En este sitio el valor de densidad total es de 282 arbustos/600 m², *Senecio barba-johannis* presenta el valor más alto con 100 individuos y *Salvia elegans* con 52 Arbustos/600 m².

La cobertura total para este estrato fue de 18.40 m²/600 m², las especies con mayor cobertura son *Eupatorium lucidum* con 7 m², *Valeriana clematitidis* con 3.9 m², *Senecio barba-johannis* con 2.7 m².

Las especies con valor de importancia más altos fueron *Senecio barba-johannis* (104.2), *Cestrum nocturnum* (43), *Salvia elegans* (36.8) Figura 25).

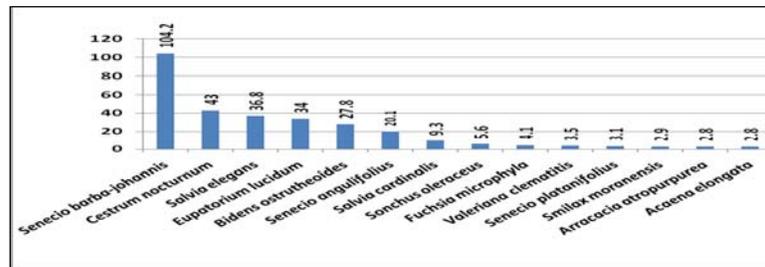


Figura 25. Valor de importancia estrato arbustivo transecto 5.

De acuerdo al histograma de alturas para este estrato (Figura 26), las mayores frecuencias se registran en los intervalos de 1 - 1.40 m y de 1.40 - 1.80 m con frecuencia de 140 - 144 individuos respectivamente.

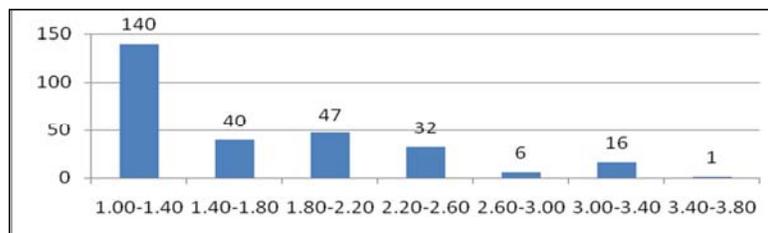


Figura 26. Intervalos de alturas estrato arbustivo transecto 5.

El estrato herbáceo tiene una cobertura total de 59.2 m², en donde las especies que alcanzan los valores mayores son

Salvia elegans con 12.2m², *Asplenium monanthes* con 5.3 m², *Fuchsia thymifolia* con 5.3 m².

5.2.6. Descripción del transecto no.6

El sitio de muestreo se localiza al oeste de Quila. Presenta una orientación norte 14° este con una altitud máxima de 2990 y una mínima de 3950 msnm con una pendiente de 30°. El lugar queda comprendido dentro de la unidad ambiental fría húmeda con precipitaciones de 1201 a 1400 mm y una temperatura de 7 – 9°C.

La geología se encuentra formada por Andesita-Zempoala, constituida por andesitas.

El suelo está cartografiado con andosol húmico-litosol.

En este sitio se encontraron 3 especies arbóreas:

Abies religiosa

Salix lasiolepis

Alnus jorullensis

La densidad absoluta fue de 33 árboles/600 m². Donde *Abies religiosa* registra el valor más alto con 32 árboles. Los valores de importancia registrados para estas especies son: *Abies religiosa* (263), *Alnus jorullensis* (18.15), *Salix lasiolepis* (18.15) (Figura 27).

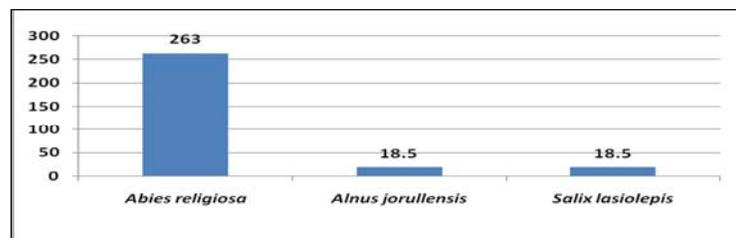


Figura 27. Valor de importancia del estrato arbóreo transecto 6.

El área basal total fue de 5.4 m², el histograma de alturas (Figura 28) muestra los rangos en que se distribuyen los individuos de este estrato observándose que las frecuencias mayores se encuentran en los intervalos 1 y 9.

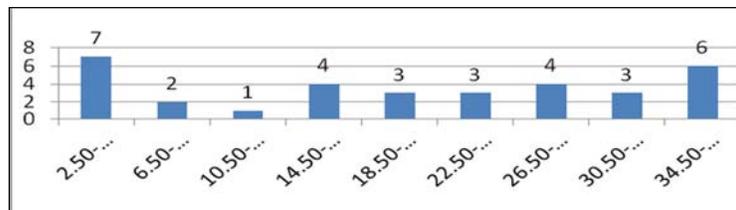


Figura 28. Intervalos de alturas del estrato arbóreo transecto 6.

En cuanto a la estratificación (Figura 28) se encontró que el dosel presenta una capa de individuos bajos que alcanzan alturas de hasta 6.59 m, una capa de individuos intermedios de hasta 18 m y una capa de individuos altos de hasta 36 m de altura.

En el estrato arbustivo se encontraron 11 especies:

Abies religiosa

Adiantum andicola

Arracacia atropurpurea

Bidens ostrutheoides

Cestrum nocturnum

Eupatorium lucidum

Fuchsia microphylla

Salvia cardinalis

Salvia elegans

Senecio angulifolius

Senecio barba-johannis

Se obtuvo una densidad de 346 arbustos/600 m², de los cuales *Senecio barba-johannis* registró 126 individuos, *Salvia elegans* 77, *Salvia cardinalis* 42, que son las tres especies que alcanzaron los valores de densidad más altos.

La cobertura total para este estrato fue de 345.4m² /600 m². Las especies con valores de cobertura más alta fueron *Senecio barba-johannis* (121.6), *Salvia elegans* con 63.9 m² respectivamente.

Los valores de importancia más altos fueron para *Senecio barba-johannis* (121.6), *Salvia elegans* (40.1) *Salvia cardinalis* (30) y *Senecio angulifolius* (28.3) Figura 29).

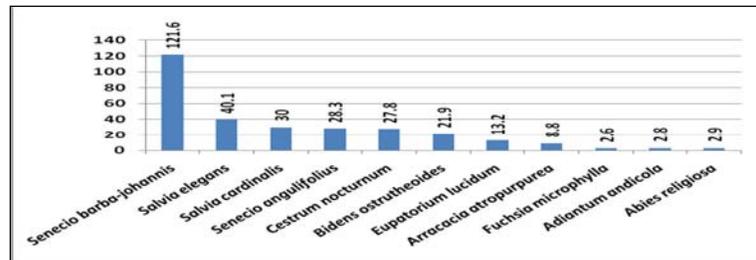


Figura 29. Valores de importancia estrato arbustivo transecto 6.

El histograma de alturas para este estrato (Figura 30) presenta individuos comprendidos dentro del intervalo de 1 - 1.40 m en donde se obtiene el valor más alto de frecuencia, constituyendo una capa de arbustos bajos, una capa de arbustos medianos con alturas de hasta 2.20 m y el resto repartido en arbustos que presentan alturas de 2.20 hasta 3.40 m.

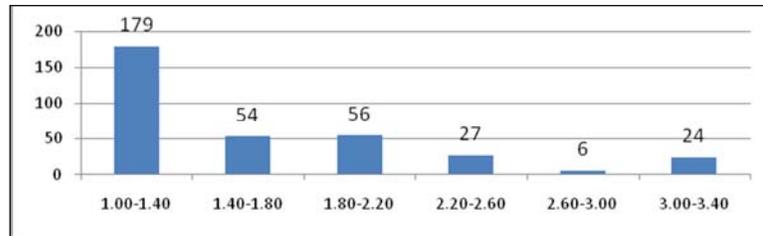


Figura 30. Intervalos de alturas estrato arbustivo transecto 6.

El estrato herbáceo ocupa una cobertura total de 94.1m² en donde *Plecosorus sp.* Cubre 19.2 m², *Salvia sp.* 7.5, *Salvia cardinalis* 6.7 m².

Se registraron 34 especies en total.

5.2.7. Descripción del transecto no.7

El transecto se localiza al suroeste del parque, con una orientación norte de 16° noreste. Presenta pendientes de 35° de inclinación, con una altitud máxima de 3090 y una mínima de 3050 msnm. Se localiza dentro de la unidad ambiental semifría-subhúmeda con una precipitación de 1000 – 1200 mm y una temperatura de 9 – 11 °C.

Geológicamente se ubica dentro de Andesita-Zempoala, con una litología compuesta por andestas. Los suelos están cartografiados como litosol-andosol-húmico.

Se registraron cuatro especies de árboles que son:

Abies religiosa

Prunus serotina subespecie capuli

Pinus hartwegii

Salix cana

La densidad total es de 37 árboles/600 m² *Abies religiosa* presenta valor de densidad más alto con 20 individuos y *Salix cana* con 12 individuos.

Valor más alto es para *Abies religiosa* con 2.48 m². *Abies religiosa* obtuvo un valor de importancia de 180.8, *Salix cana* 84, *Prunus serotina subespecie capuli* 20.7 y *Pinus hartwegii* 14.6 (Figura 31).

El histograma de altura para este estrato (Figura 32) muestra que en este sitio las alturas se encuentran distribuidas en siete intervalos en donde las frecuencias más altas se encuentran en los intervalos de 2.50 - 6.50 m y de 22.50 - 26.50 m, la estratificación está formada por elementos que no sobrepasan una altura de 6.50m en donde se encuentra el valor más alto, predominando *Salix cana*,

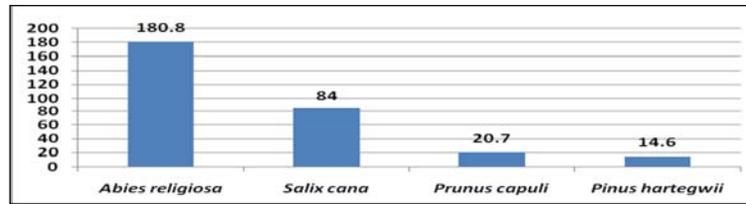


Figura 31. Valor de importancia estrato arbóreo transecto 7.

siguiendo una capa intermedia constituida por árboles con alturas de 10.50 - 18.50 m y una capa superior formada por individuos de *Abies religiosa* que alcanza una altura de hasta 30 m.

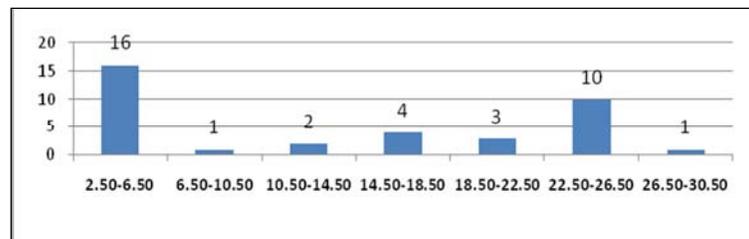


Figura 32. Intervalos de altura del estrato arbóreo transecto 7.

En el estrato arbustivo se registraron 19 especies (Figura 33):

- | | |
|-----------------------------------|-------------------------------------|
| <i>Abies religiosa</i> | <i>Lopezia racemosa</i> |
| <i>Alnus jorullensis</i> | <i>Prunus serotina subsp capuli</i> |
| <i>Arrancacia atropurpurea</i> | <i>Salvia cardinalis</i> |
| <i>Baccharis sordescens</i> | <i>Salvia elegans</i> |
| <i>Bidens ostrutheoides</i> | <i>Senecio angulifolius</i> |
| <i>Cestrum nocturnum</i> | <i>Senecio callosus</i> |
| <i>Eupatorium lucidum</i> | <i>Senecio prenanthoides</i> |
| <i>Fuchsia microphylla</i> | <i>Smilax moranensis</i> |
| <i>Lamourouxia rhinanthifolia</i> | <i>Valeriana clematitidis</i> |
| <i>Litsea glaucescens</i> | |

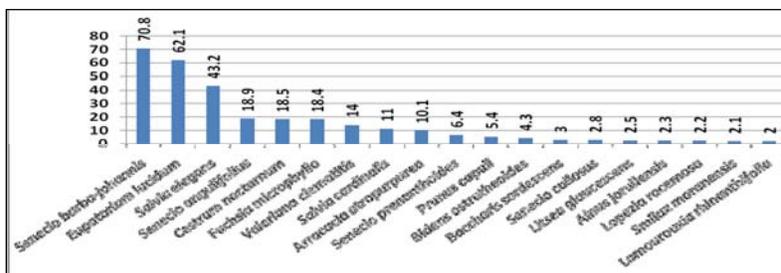


Figura 33. Valor de importancia del estrato arbustivo transecto 7.

Se obtuvo una densidad absoluta de 389 arbustos/600 m². De todas las especies registradas, *Senecio barba-johannis* obtuvo el registro más alto de densidad con 116 individuos, siguiendo *Salvia elegans* con 96 individuos y *Eupatorium lucidum* con 53 individuos.

La cobertura total para este estrato fue de 352.8/600 m². Las especies con valores de cobertura más alto fueron *Senecio barba-johannis* con 104.4 m², *Salvia elegans* con 28.8 m² *Eupatorium lucidum* con 132.5m² y el resto repartido en las 16 especies restantes.

El histograma de alturas para el estrato arbustivo (Figura 34) se caracteriza por estar formado por individuos con una altura de 1 1.40 m en donde se registra el valor de frecuencia más alto (144 arbustos); encontrándose entre otras a *Salvia cardinalis* con una altura promedio de 1.11 m, *Smilax moranensis* con una altura promedio de 1.20; un estrato medio con alturas hasta de 2.20 m, en donde se encuentra *Senecio angulifolius* con una altura promedio de 1.87 m, *Cestrum nocturnum* con 1.83 m y finalmente un estrato alto con alturas de 2.20 hasta 3.20m en donde se encuentra *Prunus serótina subespecie capuli* con una altura promedio de 2.51 y *Alnus jorullensis* con una altura promedio de 2.50 m.

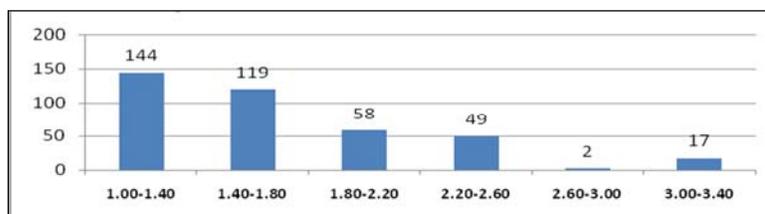


Figura 34. Intervalos de alturas del estrato arbustivo transecto 7.

El estrato herbáceo presentó una cobertura total de 79.8 m² /600 m² *Salvia elegans* presenta el valor más alto de cobertura con 12.3 m² siguiendo *Plecosorus sp.* Y *Asplenium monanthes* con 11 y 11.6 m² respectivamente.

Se registraron en total 34 especies.

5.2.8. Descripción del transecto no. 8

Se ubica hacia el oeste del Lago de Atexcapa, en la porción oeste de parque; con una orientación sur 62º oeste, con una altitud máxima de 2950 msnm y una mínima de 2980 msnm. Presenta una pendiente de 25º este sitio se encuentra comprendido dentro de la unidad ambiental semifrío-subhúmedo con una precipitación de 1000 – 1200 mm y una temperatura de 9 – 11 °C.

Geológicamente el transecto se encuentra comprendido en la andesita-Zempoala, litológicamente se encuentra compuesto por andesitas. Los suelos están cartografiados como andosol húmico litosol

Se registraron las siguientes especies arbóreas:

Abies religiosa

Pinus hartwegii

Alnus jorullensis

Quercus laurina

Litsea glaucescens

La densidad absoluta es de 44 árboles/600 m² donde *Abies religiosa* registra el valor más alto con 26 individuos seguida por *Quercus laurina* con siete individuos.

Los valores de importancia para las especies arbóreas son: *Abies religiosa* 180.8, *Salix cana* 83, *Prunus serotina subespecie capuli* 20.7 y *Pinus hartwegii* con 14.6 (Figura 35).

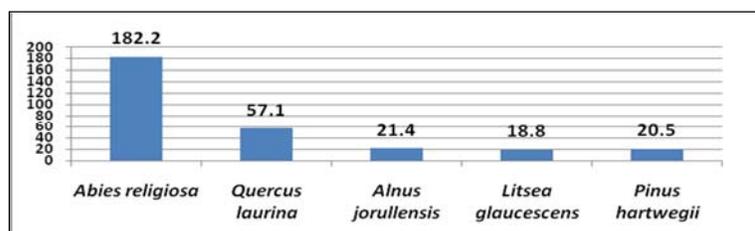


Figura 35. Valores de importancia estrato arbóreo transecto 8

Abies religiosa obtuvo el valor de dominancia más alto con 878.8 lo que representa el 65.74 del valor total.

El área basal total fue de 4.42 m² /600 m². El histograma de alturas (Figura 36) muestra la estratificación arbórea. Esta se caracteriza por que se encuentran elementos con alturas desde 2.5 hasta 26.5 m en donde las frecuencias más altas se encuentran en el intervalo no. 1 con alturas de 2.50 - 6.50 m.

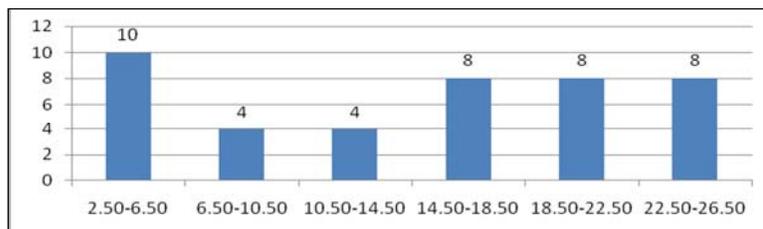


Figura 36. Intervalos de alturas del estrato arbóreo transecto 8.

Así de acuerdo al perfil, la estratificación del lugar queda conformada por un estrato bajo formado por elementos que no exceden una altura de 6.50 m y que están compuestos por *Abies religiosa*, *Litsea glaucescens* y *Alnus jorullensis*; un estrato medio formado por *Quercus laurina* y *Abies religiosa* como especie dominante, con alturas hasta de 26.5m.

En el estrato arbustivo se registraron 28 especies:

- | | |
|---------------------------------|--------------------------------|
| <i>Adiantum andicola</i> | <i>Litsea glaucescens</i> |
| <i>Alnus jorullensis</i> | <i>Lopezia racemosa</i> |
| <i>Arracacia atropurpurea</i> | <i>Penstemon campanulatum</i> |
| <i>Bromus dolichocarpus</i> | <i>Plecosorus sp.</i> |
| <i>Buddleja cordata</i> | <i>Salix lasiolepis</i> |
| <i>Cestrum nocturnum</i> | <i>Salvia cardinalis</i> |
| <i>Didymaea mexicana</i> | <i>Salvia elegans</i> |
| <i>Erigeron maximus</i> | <i>Salvia gracilis</i> |
| <i>Eupatorium glabratum</i> | <i>Salvia helianthemifolia</i> |
| <i>Eupatorium sp</i> | <i>Senecio angulifolius</i> |
| <i>Fuchsia thymifolia</i> | <i>Senecio barba-johannis</i> |
| <i>Gnaphalium bourgoveii</i> | <i>Senecio sanguisorbae</i> |
| <i>Heuchera mexicana</i> | <i>Stevia rhombifolia</i> |
| <i>Lamouruxiarhinanthifolia</i> | <i>Valeriana clematitis</i> |

Este estrato tiene una cobertura total de 340.1 m² /600 m².

Las mayores coberturas fueron para *Senecio barba-johannis* con 84.7 m², *Senecio angulifolius* con 103.5 m² y *Salvia elegans* con 30.4 m² /600 m².

La densidad absoluta fue de 330/600 m², *Senecio barba-johannis* registró 77 individuos, *Salvia elegans* 76 individuos, *Senecio angulifolius* 69 y *Fuchsia thymifolia* 50, que son las especies con valores de densidad más altos.

Las especie con mayor valor de importancia son *Senecio angulifolius* (57), *Senecio barba-johannis* (53.4) y *Salvia elegans* (36.4) (Figura 37).

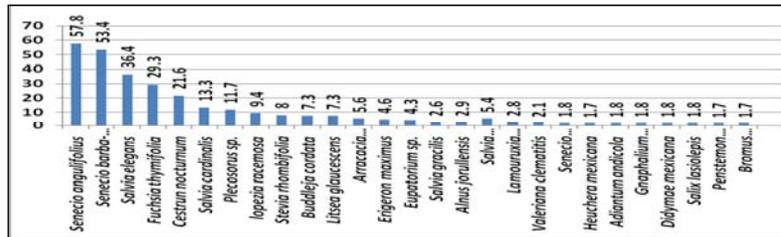


Figura 37. Valor de importancia del estrato arbustivo transecto 8.

El histograma de alturas para este estrato (Figura 38) muestra que la frecuencia más alta se registra en el intervalo no.1 con alturas de 1 - 1.40 m constituyendo una capa de arbustos bajos, los arbustos medianos se encuentran en el intervalo de 1.40 -2.20 m encontrándose *Cestrum nocturnum* con una altura promedio de 1.51 m, *Arbustus xalapensis* 1.67 m, *Senecio angulifolius* 1.82 m y *Senecio barba-Johannis* con 1.72 m.

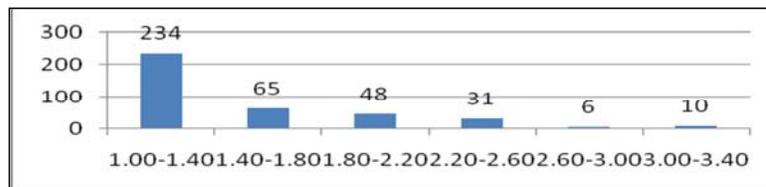


Figura 38. Intervalos de alturas del estrato arbustivo transecto 8.

Los elementos altos se encuentran en los intervalos 5 y 6, con alturas de 2.60 - 3.0 m y de 3.0-3.40 m respectivamente, que son los intervalos con el menor valor de frecuencia.

El estrato herbáceo abarca una cobertura total de 53.5 m² en donde los valores más altos los obtuvieron *Fuchsia thymifolia* con 6.7 m, *Plecosorus sp.* Con 4.7 m² y *Senecio barba-johannis* 4.3 m². Se registraron un total de 31 especies.

5.2.9. Descripción del transecto no. 9

Se localiza al suroeste del parque, con una orientación sur 42° este. Presenta una latitud máxima de 3100 y como mínima 3075 msnm. Con pendiente de 25° de inclinación.

Se ubica dentro de la unidad ambiental semifría-subhúmeda con una precipitación de 1000 – 1200 mm y una temperatura de 9-11°C. Geológicamente se encuentra localizado dentro Andesita Zempoala, litológicamente se encuentra compuesto por andesitas. Los suelos están cartografiados como andosol húmico-litosol.

Se registraron las siguientes especies arbóreas:

Abies religiosa

Prunus serotina subespecie capuli

Garrya laurifolia

Quercus laurina

La densidad total de este sitio es de 28 árboles /600 m², en donde *Abies religiosa* registra el valor más alto con 22 individuos.

De la dominancia relativa el 93.3 corresponde a *Abies religiosa*, mientras que *Quercus laurina* el restante 5.4%.

El área basal total fue de 3.7 m² /600 m² donde los registros mayores fueron para *Abies religiosa* con 3.48 m².

Los valores de importancia fueron para *Abies religiosa* de 235.4, *Quercus laurina* 36.4 *Garrya laurifolia* 13.9 y *Prunus serotina subespecie capuli* 14.2 (Figura 39).

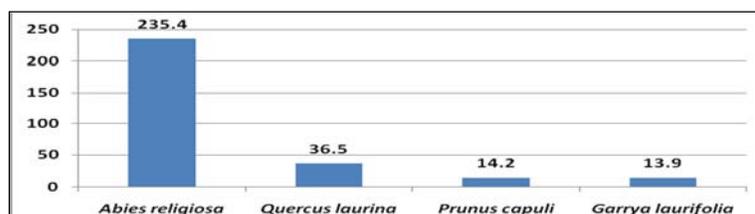


Figura 39. Valores de Importancia del estrato arbóreo transecto 9.

El histograma de la figura 40, muestra que los árboles se distribuyen en seis intervalos de alturas, en donde las mayores frecuencias se encuentran en los intervalos 4 y 5 con alturas de 14.50 18.50 m y de 18.50- 22.50 m respectivamente.

Los árboles más altos están representados por *Abies religiosa* y *Quercus laurina* con promedios de la altura de 19 y 10 m respectivamente.

Así la estratificación arbórea está compuesta por estos elementos que forman el estrato arbóreo superior, y un estrato de árboles chicos con alturas desde 3.50 m hasta 10 m de altura.

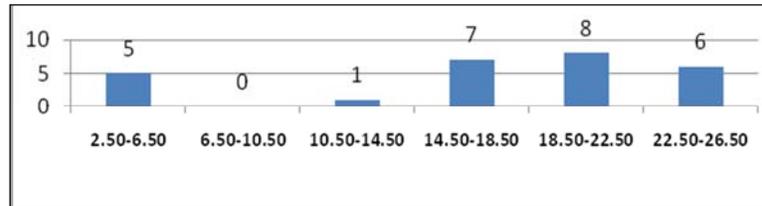


Figura 40. Intervalos de alturas del estrato arbóreo transecto 9.

En el estrato arbustivo se registraron 23 especies, que son:

- | | |
|-----------------------------|--|
| <i>Abies religiosa</i> | <i>Monina schlechtendaliana</i> |
| <i>Alnus jorullensis</i> | <i>Lopezia racemosa</i> |
| <i>Arbutus xalapensis</i> | <i>Lupinus nutans</i> |
| <i>Baccharis sordescens</i> | <i>Nicandra physaloides</i> |
| <i>Buddleja cordata</i> | <i>Plecosorus sp.</i> |
| <i>Cestrum nocturnum</i> | <i>Prunus serótina subespecie capulí</i> |
| <i>Fragaria mexicana</i> | <i>Ribbes affine</i> |
| <i>Fuchsia microphylla</i> | <i>Salvia elegans</i> |
| <i>Hieracium abscissum</i> | <i>Scutellaria pseudocoerulea</i> |
| <i>Litsea glaucescens</i> | <i>Senecio angulifolius</i> |
| <i>Fuchsia microphylla</i> | <i>Senecio barba-johannis</i> |
| | <i>Senecio platanifolius</i> |

Se obtuvo una cobertura total de 135.2 m² /600 m². Las mayores coberturas fueron para *Fuchsia microphylla* con 65.5 m² /600 m², *Lopezia racemosa* con 105 m² y *Cestrum nocturnum* con 5.7 m².

La densidad absoluta fue de 270 arbustos. *Fuchsia microphylla* H.B.K.var *tipica* obtuvo el valor más alto con 131 individuos, que constituyen al 48.51% con respecto al total, y el restante 51.48% quedó repartido entre las 22 especies restantes.

Las especies con mayor dominancia relativa son *Fuchsia microphylla* 43.1, *Buddleja cordata* con 9.8 y *Lopezia racemosa* con 7.4%, respectivamente (Figura 41).

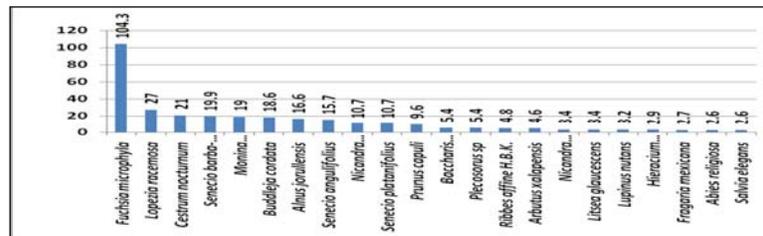


Figura 41. Valor de importancia del estrato arbustivo transecto 9.

Para este estrato las frecuencias de altura con valores más altos son para los intervalos 1-1.40 m y de 1.40-1.89 m con 141 y 99 individuos respectivamente, mientras que los otros intervalos se caracterizan por estar constituidos solamente por 29 individuos, quedando claramente definido un solo estrato arbustivo bajo, formado principalmente por las especies que alcanzaron los valores de importancia más altos como son *Fuchsia microphylla* (104.3), *Lopezia racemosa* (27.7) y *Cestrum nocturnum* (21.1) (Figura 42).

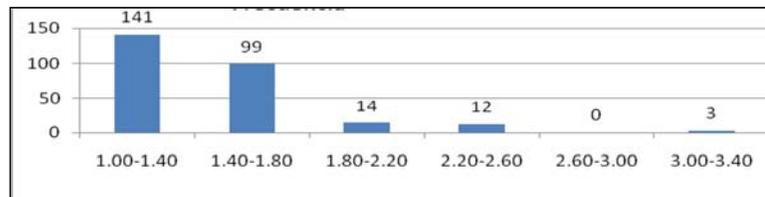


Figura 42. Intervalos de alturas del estrato arbustivo transecto 9.

El estrato herbáceo ocupa una cobertura total de 63 m² /600 m² en donde *Fuchsia microphylla* obtuvo el valor más alto con 34.2 m². Se registraron un total de 25 especies para este estrato.

5.2.10. Descripción del transecto no.10

Se localiza con una dirección suroeste, fuera de los límites del parque, con una orientación norte 31° este, con una altitud máxima de 3220 msnm y una mínima de 3200 msnm, con una pendiente de 32° de inclinación. Se ubica dentro de la unidad ambiental frío-húmedo con una precipitación de 1200-1400 mm y temperaturas de 7-9°C.

Geológicamente se localiza en Andesita-Zempoala. La litología está constituida por Andesitas.

Se registraron dos especies arbóreas:

Abies religiosa

Salix cana

Se registró una densidad total de 34 árboles/600 m². La dominancia relativa es de 97.3 para *Abies religiosa* y el restante para *Salix cana*.

El área basal total fue de 4.13 m² /600 m². Los valores de importancia son para *Abies religiosa* 252.2 y para *Salix cana* 47.8 (Figura 43).

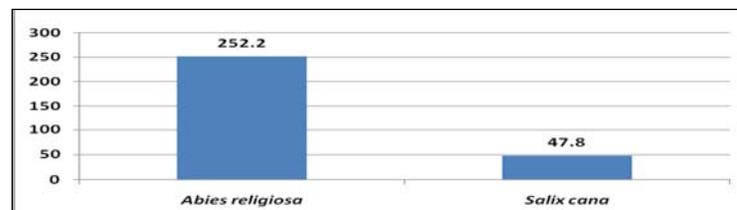


Figura 43. Valores de importancia estrato arbóreo transecto 10.

De acuerdo al histograma de alturas los elementos arbóreos se distribuyen en cinco intervalos de clase, en los que las mayores frecuencias son para el intervalo no.1 (de 2.50-6.50 m) y el intervalo no. 4 (de 14.50-18.50m) (Figura 44).

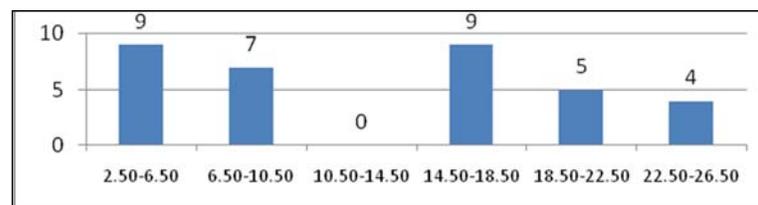


Figura 44. Intervalos de alturas del estrato arbóreo transecto 10.

Así el dosel está compuesto por una capa de árboles bajos que no alcanzan una altura mayor de 10 m (Figura 40), compuesta por *Abies religiosa* y *Salix cana* y una capa de árboles altos con alturas de 14.50-26.5 m, teniendo como única especie a *Abies religiosa*.

En el estrato arbustivo se registraron 23 especies:

Abies religiosa

Fuchsia thymifolia

Acaena elongata

Lopezia racemoza

Alchemilla procumbens
Arctostaphylos arguta
Arracacia atropurpurea
Baccharis sordescens
Bidens ostrutheoides
Buddleja lanceolata
Bromus dolichocarpus
Cestrum nocturnum
Eupatorium glabratum

Nicandra physaloides
Prunus serotina subespecie capuli
Salvia cardinalis
Salvia elegans
Senecio angulifolius
Senecio barba-johannis
Senecio callosus
Senecio prenanthoides
Sisyrinchium convolutum

Fuchsia microphyla

La densidad total fue de 521 arbustos/600 m², *Senecio angulifolius* presenta el valor más alto con 116 individuos, *Senecio barba-Johannis* con 80 individuos, *Salvia elegans* con 76 individuos. La cobertura total del sitio fue de 305 m², en donde las especies con mayor cobertura fueron *Senecio barba-johannis* con 112m², *Senecio angulifolius* con 81.2 m² y *Salvia elegans* con 15.2 m².

Las especies con mayor valor de importancia son *Senecio barba-johannis* (60.6), *Senecio angulifolius* (57.9) y *Salvia elegans* (25.4) (Figura 45).

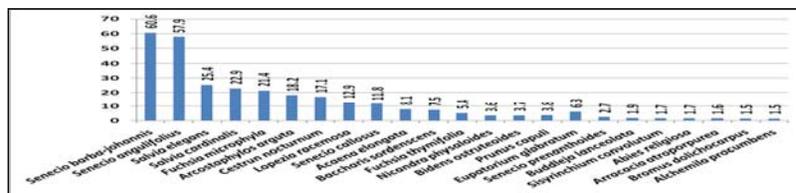


Figura 45. Valores de importancia del estrato arbustivo transecto 10.

El histograma de alturas (Figura 46) presenta a arbustos de 1 -3.80 m. El intervalo con mayor frecuencia es el de 1-1.40 m con 273 individuos y el 1.40 -1.80 m con 165 individuos. La disposición de los arbustos con respecto a la altura es de una capa de individuos con alturas de 1-1.80 m y otra de arbustos altos que abarcan los intervalos 4, 5, 6 y 7 con alturas de 1-1.80 m hasta 3.80 m y abarcando los valores de frecuencia menores.

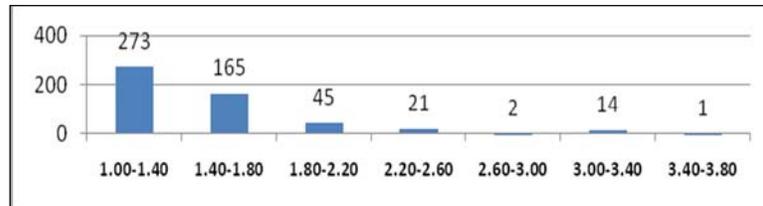


Figura 46. Intervalos de alturas del estrato arbustivo transecto 10.

Algunos promedios de alturas obtenidas por las especies de arbustos menores son *Alchemilla procumbens* (1 m), *Fuchsia microphylla* (1.24 m), *Senecio angulifolius* (1.54 m), mientras que los arbustos altos están representados por *Senecio barbajohannis* (1.82 m) y (2 m). El estrato herbáceo ocupa una cobertura total de 133.5 m² en donde *Acaena elongata* tiene una cobertura de 1 m² *Senecio callosus* 7.3 m², *Salvia cardinalis* 17.5 m.

Se registraron un total de 34 especies para este estrato.

5.2.11. Descripción del transecto no.11

El sitio se localiza fuera de los límites geográficos del parque con una orientación norte 41° oeste, al oeste del Lago "la Prieta". Con una altitud máxima de 3140 msnm y una mínima de 3120 msnm, con una pendiente de 24° de inclinación. Se ubica dentro de la unidad ambiental frío-subhúmedo, son una precipitación de 1200-1400mm y temperaturas de 7-9°C.

Litológicamente el sitio se encuentra ubicado dentro de la unidad denominada Andesita-Zempoala, está compuesta por andesitas. Los suelos están cartografiados como andosol-húmico-litosol.

Se registraron dos especies arbóreas:

Abies religiosa

Salix cana

Registra una densidad absoluta de 29 árboles/600 m². El área basal total fue de 3.5 m². Los valores de importancia fueron para *Abies religiosa* 280.5 y 19.6 para *Salix cana* (Figura 47).

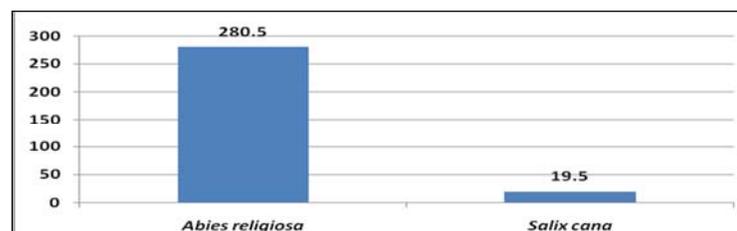


Figura 47. Valor de importancia del estrato arbóreo transecto 11.

De acuerdo al histograma de alturas (Figura 48) el sitio comprende a individuos de 2.50 m hasta 26.50 m de altura. Las frecuencias más altas quedan comprendidas en los intervalos de 18.50-22.50 m y de 22.50-26.50 m.

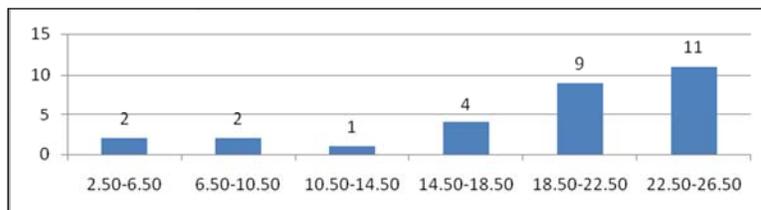


Figura 48. Intervalo de alturas del estrato arbóreo transecto 11.

La estratificación del dosel queda formada por una capa de árboles con alturas de 18.50-26.50 m y una capa de árboles con alturas que no sobrepasan los 18.50 m.

En el estrato arbustivo se registraron 17 especies (Figura 49):

- | | |
|------------------------------|-----------------------------------|
| <i>Abies religiosa</i> | <i>Prunus capuli</i> |
| <i>Acaena elongata</i> | <i>Salvia cardinalis</i> |
| <i>Arctostaphylos arguta</i> | <i>Salvia elegans</i> |
| <i>Baccharis sordescens</i> | <i>Salvia gracilis</i> |
| <i>Cestrum nocturnum</i> | <i>Salvia helianthemifolia</i> |
| <i>Clematitis sericea</i> | <i>Senecio angulifolius</i> |
| <i>Fuchsia microphylla</i> | <i>Senecio barba-johannis</i> |
| <i>Hieracium abscissum</i> | <i>Scutellaria pseudocoerulea</i> |
| <i>Lupinus exaltatus</i> | |

La densidad basal fue de 363 arbustos/600 m², *Fuchsia microphylla* presenta el valor más alto con 109 Arbustos/600 m² y *Senecio angulifolius* con 108 individuos. La cobertura total fue de 88.2 m². Las especies con mayor cobertura fueron *Fuchsia microphylla* con 23.8, *Senecio angulifolius* con 27.9 y *Cestrum nocturnum* con 14.4.

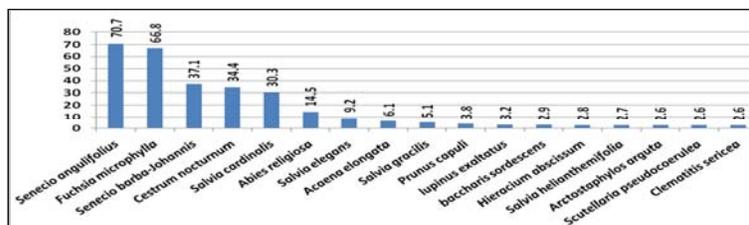


Figura 49. Valor de Importancia del estrato arbustivo transecto 11

Los valores más altos del valor de importancia los registraron *Senecio angulifolius* con 70.7, *Fuchsia microphylla* con 66.8, *Senecio barba-johannis* con 37.1 y *Cestrum nocturnum* con 34.4.

Este estrato está compuesto por individuos que presentan alturas de 1-3.80 m a excepción del intervalo de 2.6-3.0 m como se aprecia en le histograma de la figura 50. Las frecuencias más altas se presentan en los intervalos de 1-1.40 m y de 1.40-1.80 m.

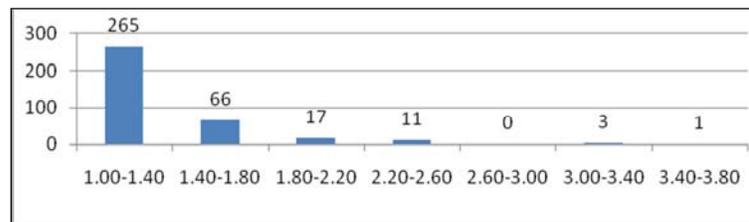


Figura 50. Intervalo de alturas del estrato arbustivo transecto 11.

Algunos promedios obtenidos por algunas especies en este estrato son *Fuchsia microphylla* con 1.22 m, *Salvia elegans* con 1.14 m y *Salvia cardinalis* con 1.23 m.

El estrato herbáceo ocupa una cobertura total de 197 m² en donde las especies que alcanzaron los valores más altos son: *Senecio angulifolius* con 24.3 m², *Oxalis alpina* con 11.3 m², *Alchemilla procumbens* con 10.2 m².

El total de especies registradas fue de 41.

5.2.12. Descripción el transecto no.12

Se localiza en la porción noroeste del parque, al oeste del Lago de Quila. La topografía está representada por una ladera, con orientación norte 41° este, con una pendiente de 28°. Con una altitud en su parte más alta de 3150 msnm y en su parte más baja de 3130 msnm, se ubica dentro de la unidad ambiental semifrío-subhúmedo con una precipitación de 1000-1200 mm y temperatura de 9-11°C. Geológicamente el sitio forma parte de la unidad Andesita-Zempoala con una litología formada por Andesitas. Los suelos están cartografiados como andosol húmico litosol.

En este sitio se registró únicamente como especie arbórea a *Abies religiosa* con una densidad total de 32 árboles/600 m², con un área basal total de 4.05 m²/600 m². La cobertura total fue de 22.8 m² (Figura 51).

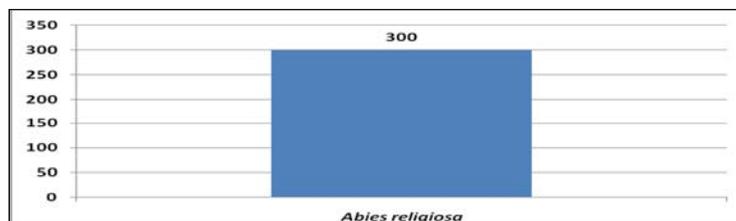


Figura 51. Valor de importancia del estrato arbóreo transecto 12.

El histograma de la figura 52 muestra los intervalos en que se distribuyen los individuos de este estrato, observándose que el intervalo no.3 se encuentra el valor más alto de frecuencia con 22 individuos, a diferencia de los intervalos 1 y 2 con un solo individuo y cinco individuos respectivamente.

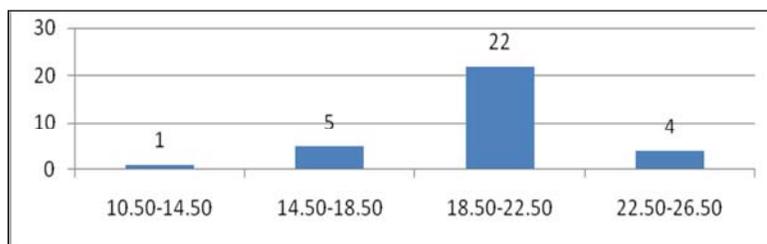


Figura 52. Intervalo de alturas del estrato arbóreo transecto 12.

Así el estrato arbóreo está formado por dos capas, una cuyos individuos no pasan una altura de 18.50 m y otro de árboles altos con alturas de 18.50-26.50 m.

En el estrato arbustivo se registraron siete especies:

Baccharis sordescens

Salvia cardinalis

Cestrum nocturnum

Senecio angulifolius

Fuchsia microphylla

Senecio callosus

Lupinus exaltatus

Se registro una densidad total de 36 arbustos/600 m².

Fuchsia microphylla registró el valor más alto de densidad con 10 individuos. La cobertura total promedio fue de 2.4 m². Los valores de importancia más altos fueron para *Fuchsia microphylla* (88), *Senecio angulifolius* (74.1) y *Salvia cardinalis* (62.6) (Figura 53).

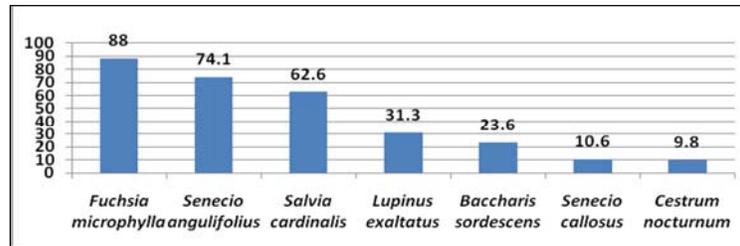


Figura 53. Valor de importancia del estrato arbustivo del transecto 12.

Las alturas que se registraron para este estrato fueron de 1 -2.60 m que se reparten en 4 intervalos, siendo el intervalo de 1-1.40 en donde se observa la frecuencia más alta de individuos (Figura 54).

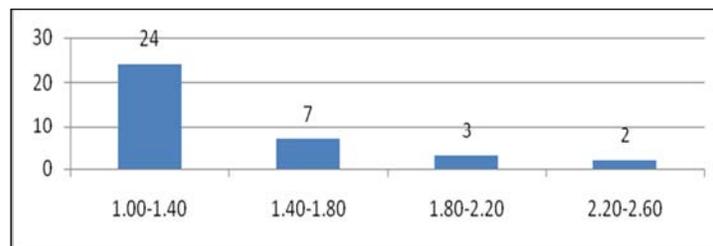


Figura 54. Intervalos de alturas del estrato arbustivo del transecto 12.

El estrato herbáceo obtuvo una cobertura total de 88 m² /600 m², en donde algunas de las especies que obtuvieron valores de cobertura más altos son; *Oxalis alpina* con 12.5 m², *Fuchsia microphylla* con 9.8 m².

Se registraron en total 31 especies para este transecto.

5.2.13. Descripción del transecto no. 13

Se localiza al noreste del Parque Nacional Lagunas de Zempoala, con una orientación norte 47° oeste, con una latitud máxima de 3320 msnm y una mínima de 3280 msnm. Presenta una pendiente de 35° de inclinación se ubica dentro de la unidad ambiental fría subhúmeda con una temperatura de 7 a 9° y una precipitación de 1200-1400 mm.

Geológicamente el sitio se localiza en la unidad denominada Andesita-Zampoala. La litología está formada por andesitas. Los suelos están cartografiados como andosol húmico-litosol.

Se registraron dos especies arbóreas:

Abies religiosa

Prunus serotina subespecie capuli

Se presenta una densidad de 43 árboles. *Abies religiosa* obtuvo el valor más alto con 42 individuos, registrándose solamente un árbol de *Prunus serotina subespecie capuli*.

El área basal total del sitio fue de 3.68 m² /600 m². Los valores de importancia fueron para *Abies religiosa* de 281.7 y para *Prunus serotina subespecie capuli* 10.3 (Figura 55).

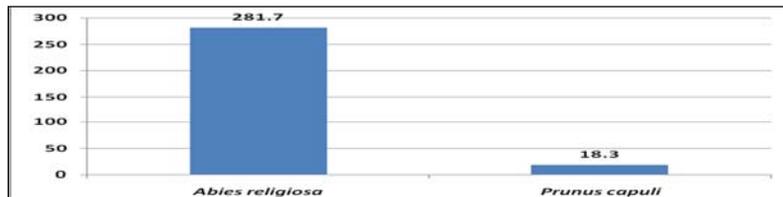


Figura 55. Valor de Importancia del estrato arbóreo transecto 13.

El histograma de alturas correspondientes a este estrato (Figura 56) muestra a individuos de 6.50 m-26.50 m cuyas alturas se distribuyen en 5 intervalos, en donde el intervalo de 18.50-22.50 m es el que presenta el valor más alto de frecuencia con 23 individuos.

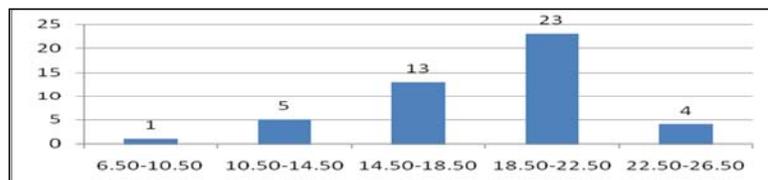


Figura 56. Intervalos de alturas del estrato arbóreo Transecto 13

Así de acuerdo al perfil se puede observar una capa de árboles bajos cuyas alturas no sobrepasan 14.50 m, que es donde se encuentra la frecuencia más baja, una capa de árboles medianos con alturas de 18.50 m y una capa de árboles con alturas de 18.50-26.50 m.

Para *Abies religiosa* se obtuvo una altura promedio de 17.6 m.

En el estrato arbustivo se registraron siete especies:

Arctostaphylos arguta

Senecio angulifolius

Baccharis sordescens

Senecio barba-johannis

Prunus serotina subespecie capuli

Stevia ovata

Salvia cardinalis

En este sitio el valor de densidad total fue de 18 arbustos/600 m². La cobertura total fue de 8.1 m². Las especies con mayor cobertura fueron *Senecio angulifolius* con 3.90 m² y *Arctostaphylos arguta* con 1.8 m², las cuales alcanzaron los valores de importancia más altos (Figura 57). El histograma de altura (Figura 58) presenta arbustos de 1-1.80 m y un solo individuo que se ubica dentro del intervalo no. 6 de 3-3.40 m, el intervalo con mayor frecuencia es el de 1-1.40 m así este estrato está formado por elementos que constituyen una capa con este rango de alturas.

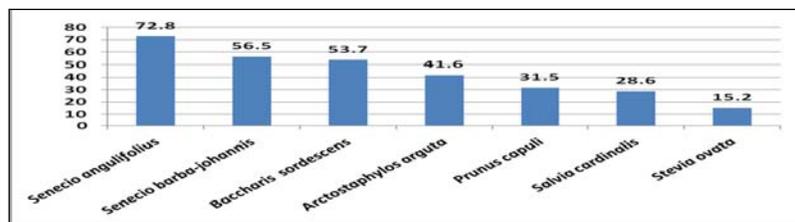


Figura 57. Valores de importancia del estrato arbustivo transecto 13

Algunos promedios de altura obtenidos por las especies de arbustos son: *Salvia cardinalis* (1.07 m), *Stevia ovata* (1.0 m), *Baccharis sordescens* (1.10 m), *Senecio barba-Johannis* (1.23 m). El estrato herbáceo ocupó una cobertura total de 22 m² /600 m², en donde las especies que alcanzaron los valores más altos fueron *Plecosorus speciosissimus* con 2.5 m², *Commelina scabra* con 2.2 m² y *Lupinus exaltatus* con 2.2 m².

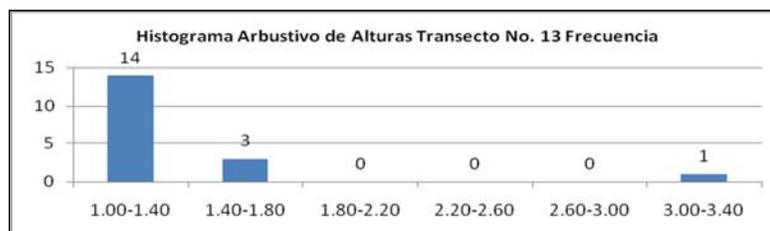


Figura 58. Intervalos de Alturas del Estrato Arbustivo Transecto 13.

El total de especies registradas para este estrato fueron 26.

5.3 DISCUSIÓN

5.3.1 COMPARACIÓN ENTRE LOS TRANSECTOS

Los resultados obtenidos mostrados con respecto la topografía, que esta comunidad se encuentra distribuida en altitudes que varían de 2900 msnm, en las estribaciones

del Lago de Quila, a 3600 msnm al Oeste del Cerro del Huilote, estando confinada a laderas de cerros, protegida de la acción de vientos fuertes y de insolación intensa, hallándose en muchos sitios limitados a cañadas más o menos profundas con pendientes que oscilan entre 24 - 35°. En la tabla seis se presentan algunos de los resultados más relevantes del análisis cuantitativo de esta comunidad. Así se observa que el total de especies registradas para cada uno de los transectos, notándose que la altitud tienen influencia en la vegetación, pues aún cuando no todos concuerdan se puede inferir que cuando la altitud aumenta el número de especies disminuye.

Tabla 6. Comparación entre los sitios de muestreo.

Transecto	Orientación	Altitud	Pend.	Estrato	No. sp.	Densidad	Dominancia
	(°)	msnm	(°)			Absoluta	m ²
1	Sur 70° este	3050-3080	30	Arbóreo	4	29	3596
				Arbustivo	14	372	2083.2
2	Sur 75° este	3100-3125	25	Arbóreo	2	45	4554
				Arbustivo	6	36	147.6
3	Sur 50° este	3040-3075	12	Arbóreo	1	25	432.5
				Arbustivo	8	259	1994.3
4	Norte 16° este	3150-3185	30	Arbóreo	4	34	2975
				Arbustivo	23	583	29979.1
5	Norte 7° este	3010-3050	35	Arbóreo	2	37	2697.3
				Arbustivo	14	282	5188.8
6	Norte 14° este	2950-2990	30	Arbóreo	3	33	2828.2
				Arbustivo	11	346	2283.6
7	Norte 16° noeste	3050-3090	35	Arbóreo	4	37	2693.6
				Arbustivo	19	389	6224
8	Sur 62° oeste	2950-2980	25	Arbóreo	5	42	5980.8
				Arbustivo	28	394	9298.4
9	Sur 42° este	3075-3100	25	Arbóreo	4	27	2316.6
				Arbustivo	20	269	6187
10	Norte 31° este	3200-3220	22	Arbóreo	2	34	1458.6
				Arbustivo	23	520	8632
11	Norte 41° oeste	3120-3140	24	Arbóreo	2	29	1368.8
				Arbustivo	18	363	1560.9
12	Norte 41° este	3130-3150	28	Arbóreo	1	32	729.6
				Arbustivo	7	36	86.4
13	Norte 47° oeste	3280-3320	35	Arbóreo	2	45	1359
				Arbustivo	7	18	52.2

La edafología mostró en todos los sitios las mismas unidades de suelo con asociaciones Andosol húmico-Litosol a excepción del transecto No. 7 en donde se presenta una asociación de litosol-andosol húmico, los cuales se caracterizaron porque el suelo profundiza alrededor de 50 cm exhibiendo superficialmente una capa rica en materia orgánica, baja en nutrientes y clase textura media, auspiciando un eficiente drenaje y aireación.

Rzedowski (1954) al referirse al bosque de *Abies religiosa*, da estas características del suelo, y menciona algunas más.

La estructura de esta comunidad está formada por los siguientes estratos:

Un estrato arbóreo superior, representado por *Abies religiosa* como especie dominante, la cual registró en cada uno de los transectos, el valor de importancia más alto (Tabla 6), registrándose individuos con una altura de hasta 39 m. El promedio de altura de este estrato es de 21 m; un estrato arbóreo inferior, el cual está representado por pocas especies, de las cuales *Salix cana*, *Pinus hartwegii*, *Quercus laurina*, *Salix lasiolepis*, son las principales con un valor de importancia más alto en comparación con *Prunus serotina subespecie capuli*, *Alnus jorullensis*, *Litsea glaucescens*, *Garrya laurifolia* y *Juniperus monticola*, las cuales se encuentran en una baja frecuencia y por lo tanto con un valor de importancia más bajo; el estrato arbustivo está constituido por *Senecio barba-Johannis*, *Senecio angulifolius*, *Salvia cardinalis*, *Fuchsia microphyla* como especies encontradas con mayor frecuencia y con el valor de importancia más alto (Tabla 7). Entre las menos frecuentes sobresalen *Arcotostaphylos arguta*, individuos jóvenes de *Abies religiosa*, *Lopezia racemosa*, además de encontrarse otras menos frecuentes como son *Buddleja lanceolata*, *Didymaea mexicana*, *Heuchera mexicana* se registran únicamente en un solo transecto. A manera de descripción adicional se calcularon los valores de importancia uniendo la información correspondiente a los estratos arbóreo y arbustivo.

Estos valores se reportan en la tabla 8, en la que se observa que *Abies religiosa* y *Senecio angulifolius* son las especies que alcanzan el valor más alto de constancia, así como también el valor de importancia en cada uno de los sitios muestreados, presentándose *Abies religiosa* en todos los estratos inferiores y constituyendo el estrato arbóreo superior, mientras que *Senecio angulifolius* se considera como una

especie típica del estrato arbustivo de acuerdo con Madrigal (1967) quien reporta un 100% de constancia para estas dos especies tanto para el estrato arbóreo como arbustivo respectivamente. Se observa también que el 90 % de las especies no sobrepasan en aparición en la mitad de los transectos.

Con respecto al estrato herbáceo, este se encuentra representado por las siguientes especies, las cuales registran los valores de cobertura más altos: *Salvia elegans*, *Sibthorpia pichinchensis*, *Fuchsia microphylla*; entre las menos frecuentes destacan *Physalis foetens*, *Solanum cardiophyllum*, *Lupinus splendens*, *Senecio sanguisorbae*, entre otras especies.

Una forma más de definir esta estratificación consistió en graficar la altura promedio alcanzada por las diferentes especies contra una secuencia jerárquica de especies (de las que tiene alturas mayores a las alturas más bajas) registradas para los estratos arbóreo superior, arbóreo inferior, arbustivo y herbáceo, observándose una clara estratificación.

Referente al porcentaje de cobertura estimada para cada uno de los estratos (Tabla 7) se observa que al comparar con los reportados por Madrigal (1967) y May (1971) una gran similitud con los registrados en el presente trabajo. Los estratos que aportan un mayor porcentaje de cobertura son el rasante con un 80%, en donde los musgos se presentan en abundancia cubriendo grandes extensiones; el arbóreo superior con un 65.8% con *Abies religiosa* como especie dominante; el arbustivo en el que entre las especies más abundantes pueden mencionarse *Senecio barba-johannis*, *Senecio angulifolius*, *Fuchsia microphylla* y otras, en este estrato se registró un porcentaje de cobertura de 48%; el estrato herbáceo, el cual está constituido por 97 especies, registrándose entre ellas 23 transgresivas de otros transectos y con un cobertura de 59%; y por último el estrato arbóreo inferior, el cual registró el valor más bajo, pese a que está representado por varias especies.

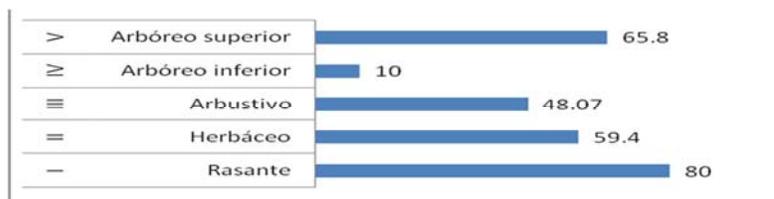


Tabla No. 7 Cobertura estimada por estrato del area de estudio

5.4.ÍNDICE DE DIVERSIDAD

En la tabla 8 se muestran los valores obtenidos a través del Índice de Diversidad de Shannon Wiener (H) y de Simpson (D), Diversidad máxima (H máx.), equitatividad (E) para el total de árboles muestreados.

H	Hmax	E	D
1.18	2.05	0.34	0.28

Tabla 8. Valores obtenidos del índice de diversidad de shannon wiener y simpson.

Se ve claramente que esta comunidad muestra un valor de diversidad relativamente bajo, presentado por una clara dominancia de *Abies religiosa*, no existen recursos disponibles para otras especies, sin embargo valores de diversidad tan bajos merecen algunas consideraciones. De acuerdo con May (1968) la elevadas frecuencias de perturbación conducen a un sistema de diversidad bajo; así mismo Jacobs (1980), señala que el rigor de las condiciones está relacionado negativamente con la diversidad, ambos puntos de vista son importantes y se pueden aplicar a esta comunidad para explicar el valor tan bajo que muestra; la alta dominancia y la diversidad baja pueden significar una mayor homogeneidad en las condiciones ambientales, es decir presenta menor variación en los recursos disponibles y por ello menos representación de los mismos entre las otras especies. Al comprar los datos obtenidos, con los reportados, se observa cierta semejanza con los mostrados para esta misma comunidad en Zoquiapan, estado de México.

5.4.ÍNDICE DE SIMILITUD

Los valores obtenidos de los índices de similitud para los transectos calculados según las fórmulas explicadas en la metodología se muestran en la tabla 9.

Como se observa en dicha tabla el valor más alto fue de 0.85 entre los transectos 6 y 3, lo indica una gran similitud florística estructural; este resultado se repite prácticamente en todas las comparaciones a excepción de los transectos 13 y 8, los que presentan los valores más bajos (0.26), estos sugiere que en estos transectos presentan ciertas peculiaridades al resto, no sólo por las especies presentes, sino por los valores de importancia que presentan estos, lo que hace que estos sitios no

reflejen la misma homogeneidad estructural y que la semejanza florística entre ellos no sea tan evidente como el resto de los transectos.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	1.0												
2	.60	1.0											
3	.65	.61	1.0										
4	.63	.38	.49	1.0									
5	.63	.50	.74	.59	1.0								
6	.68	.60	.85	.57	.82	1.0							
7	.68	.33	.54	.62	.77	.70	1.0						
8	.53	.34	.38	.45	.48	.41	.57	1.0					
9	.52	.38	.42	.40	.42	.35	.58	.45	1.0				
10	.67	.50	.47	.65	.63	.57	.66	.48	.53	1.0			
11	.57	.60	.56	.44	.60	.65	.59	.36	.49	.67	1.0		
12	.68	.56	.50	.37	.48	.54	.56	.32	.37	.49	.48	1.0	
13	.49	.62	.50	.43	.39	.43	.48	.26	.37	.49	.48	.53	1.0

Tabla No. 9 Valores obtenidos del índice de similitud

5.6. ESTRUCTURA DIAMÉTRICA

El análisis de la estructura diamétrica permite conocer aspectos de la dinámica de una comunidad como es el grado de regeneración que permite que mantenga su forma y composición.

Utilizando los datos del perímetro a la altura de pecho, tomados en el campo se elaboraron histogramas de clases diamétricas, con la población de *Abies religiosa*, relacionándose la frecuencia con el intervalo de clases diamétrica.

Al analizar los histogramas se observa que por regla general las clases de mayor frecuencia corresponden en general a los intervalos de clase de menor magnitud. Con objeto de obtener una descripción global correspondiente al total de árboles registrados, se elaboró el correspondiente histograma. (Figura 59). Comparando visualmente este histograma con los encontrados para cada transecto se observa el mismo patrón caracterizado por frecuencias altas en los primeros cinco intervalos, como se observa en los histogramas correspondientes a los transectos 1.11, 12, y

13, que constituyen el 77.4% mientras que el restante 22.6% que repartido en más de seis intervalos en los restantes transectos.

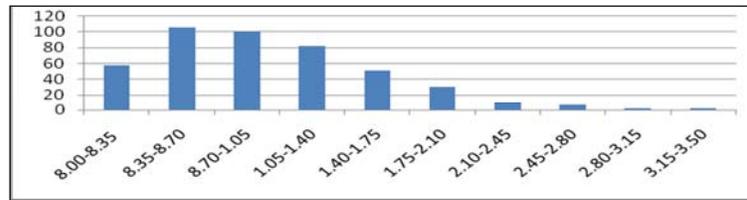


Figura 59 Histograma del total de arboles de *Abies religiosa*.

De acuerdo a la pirámide poblacional de esta especie (Figura 60) se observa que esta población presenta una estructura de edades que podría considerarse como estable, ya que en sus primeros intervalos de diámetro menor y que por lo tanto representan a los árboles de menor edad tienen el mayor porcentaje 36.6% de la población total, mientras que los de mayor diámetro y por tanto los más antiguos disminuyen en cuanto a número y su porcentaje es menor a medida que este se incrementa, sin embargo para concluir esto es necesario llevar a cabo estudios más detallados para conocer mejor el comportamiento de esta población, en cuanto a la mortalidad, natalidad, tasa de reproducción, supervivencia, entre otras que permitan entender de una manera más clara el proceso de regeneración de esta especie.

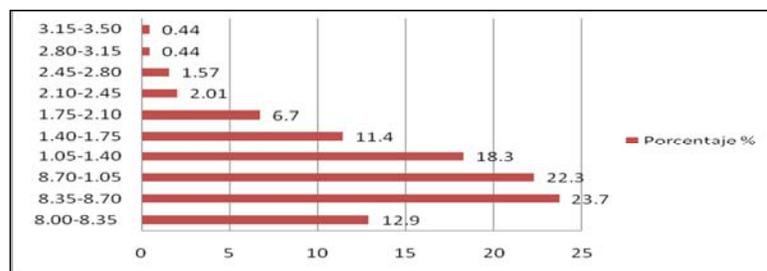


Figura 60. Pirámide poblacional de *Abies religiosa*.

5.6 .ÍNDICE DE ASOCIACIÓN

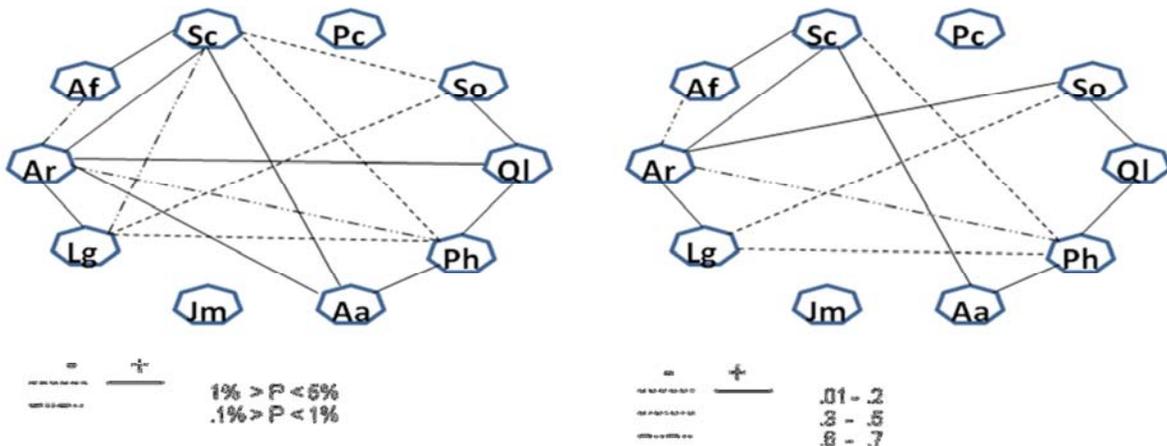
Se presentan los valores obtenidos a través de las tablas de contingencia y la prueba de X^2 (con la corrección de Yates), para el estrato arbóreo, mostrando que existen tres tipos de correlación positiva significativas. Estas son entre *Abies religiosa* y *Arctostaphylos arguta*; entre *Abies religiosa* y *Salix cana*; y entre *Abies religiosa* y *Quercus laurina* (Tabla 10) Asimismo se encontró que *Abies religiosa* muestra correlación negativa con alto nivel de significancia (0.1%) con *Pinus hartwegii* y *Alnus*

firmifolia, sin formar asociación con *Prunus serotina* subespecie *capuli*, *Salix lasiolepis*, *Litsea glaucescens* y *Juniperus monticola*.

<u>Abies religiosa</u>										
2.5%	<u>Arctostaphylos arguta</u>									
2.5%	2.5%	<u>Salix cana</u>								
0.1%			2.5%	<u>Pinus hartwegii</u>						
0.1%			2.5%	<u>Alnus firmifolia</u>						
2.5%	2.5%								<u>Quercus laurina</u>	
							<u>Prunus capuli</u>			
			2.5%						<u>Salix lasiolepis</u>	
			2.5%	2.5%					2.5%	<u>Litsea glaucescens</u>
									<u>Juniperus monticola</u>	

Tabla 10. Matriz de correlación de especies arbóreas en la asociación de *Abies religiosa*

Observándose la constelación de especies (Figura 61) se distingue un grupo de especies asociadas positivamente a *Abies religiosa* y que son *Salix cana*, *Arctostaphylos arguta* y *Quercus laurina*, las cuales se localizan en los extremos, agregándose *Alnus firmifolia* a través de la asociación positiva una asociación altamente negativa, al igual que *Pinus hartwegii* con *Abies religiosa*.



Ar= *Abies religiosa*; Af= *Alnus firmifolia*; Sc= *Salix cana*; Pc= *Prunus capuli*; So= *Salix lasiolepis*; Ql= *Quercus laurina*; Ph= *Pinus hartwegii*; Aa= *Arctostaphylos arguta*; Lg= *Litsea glaucescens*.

(a)

(b)

Figura 61. Constelaciones de especies arbóreas (a) basada en la prueba de X^2 , (b) basada en el coeficiente de asociaciones (v).

Por otra parte *Pinus hartwegii*, se encuentra asociada negativamente con *Salix cana* y *Litsea glaucescens* asociada negativamente con *Salix cana* y *Litsea glaucescens*, con una asociación más fuertemente negativa con *Abies religiosa*.

Pinus hartwegii registró un número de presencias muy bajo (Apéndice III), ya que al no estar asociado positivamente con ninguna especie tienen que competir por lo menos con *Abies religiosa*, *Arctostaphylos arguta* y *Salix cana* que forman el grupo asociado positivamente, aunque no se ve interferido con *Alnus firmifolia*, *Quercus laurina*, *Prunus serotina subespecie capuli*, *Salix lasiolepis* y *Juniperus monticola* con las cuales no está asociada. Esto implica que en la medida en que disminuya *Abies religiosa*, *Pinus hartwegii* podrá tener mayor número de presencias, lo cual coincide con lo que reporta Zavala (1984), quien registra una asociación también fuertemente negativa entre estas dos especies.

Resulta importante mencionar que *Salix lasiolepis*, que presenta una asociación significativamente negativa con *Litsea glaucescens* y con *Salix cana*, las cuales registran un número muy bajo de presencias y al no estar asociadas significativamente con ninguna otra especie tiene que competir al menos con estas dos especies, presentando *Salix lasiolepis* un mayor porcentaje de presencia, pudiendo inferirse que en la medida en que *Salix lasiolepis* disminuya *Litsea glaucescens* podría tener mayor número de presencias aunque menos que *Salix cana*, la cual se ve favorecida al estar asociada positivamente con *Abies religiosa* que se considera como la especie central.

Por otro lado *Prunus serotina subespecie capuli* y *Juniperus monticola* no mostraron correlación significativa alguna, es decir que su distribución parece ser independiente de las otras especies.

Los valores obtenidos a través del cálculo de los coeficientes de asociación (v) (Tabla 11), muestran que el valor negativo más grande es el que se registró entre *Abies religiosa* y *Pinus hartwegii* (-0.76) por lo que estas especies son las que compiten más fuertemente entre sí, encontrándose más distantes en la constelación de especies (Figura 61); aunque con un coeficiente de asociación más pequeño, *Abies religiosa* se encuentra asociada negativamente con *Salix cana* (Tabla 11); de

esta manera *Pinus hartwegii* y *Alnus firmifolia* son las dos especies que compiten por los recursos disponibles con *Abies religiosa*, compitiendo ésta, menos fuertemente con *Alnus firmifolia*, que con *Pinus hartwegii* como lo muestra el valor del coeficiente de asociación que es de -0.38 (Tabla 11).

En la figura b de la tabla 13 se observa que *Litsea glaucescens* muestra asociación negativa, aunque con un valor muy pequeño, con *Salix lasiolepis* y *Pinus hartwegii*, lo que pudiera constituir una desventaja para estas dos especies, pese a las pocas presencias que registró esta especie.

<u><i>Abies religiosa</i></u>							
0.6	<u><i>Arctostaphylos arguta</i></u>						
	+0.18	<u><i>Salix cana</i></u>					
-0.75		-0.04	<u><i>Pinus hartwegii</i></u>				
-0.38		+0.17	<u><i>Alnus firmifolia</i></u>				
0.21	0.20			<u><i>Quercus laurina</i></u>			
				<u><i>Prunus capuli</i></u>			
+0.23						<u><i>Salix oxilepis</i></u>	
			-0.04			-0.08	<u><i>Litsea glaucescens</i></u>
							<u><i>Juniperus monticola</i></u>

Tabla 11 Matriz de coeficientes de asociación entre especies arbóreas en la asociación de *Abies religiosa*.

Por otro lado, *Salix cana* forma un “puente” mediante el cual *Alnus firmifolia* se une con *Abies religiosa*, la cual muestra el valor de asociación positiva más alto con *Salix lasiolepis* (0.23) (Tabla 11), la cual se presenta esporádicamente, dado que sólo muestra asociación con esta especie. De esta manera *Abies religiosa* constituye la especie central con el 100% de presencias que se disminuye independientemente de las demás especies aún cuando una asociación altamente negativa con *Pinus hartwegii*, que registró un número de presencias muy pequeño, encontrándose sin problemas de competencia, pudiendo decir que las condiciones ambientales en que se encuentra actualmente esta comunidad son favorables para *Abies religiosa*, que para cualquier otra especies, y al cual se asociaron *Arctostaphylos arguta*, *Salix cana* y *Quercus laurina* comúnmente, siendo sobresaliente la presencia de *Alnus firmifolia*, la cual a pesar de estar asociada negativamente a *Abies religiosa*, se une a esta en una asociación positiva a través de *Salix cana* con la que es posible que comparta los recursos disponibles.

5.8 LISTA FLORISTICA

La lista florística de esta comunidad está integrada por 101 especies de fanerógamas y pteridofitas, distribuidas en 76 géneros y 38 familias, ordenadas alfabéticamente (Anexo 1), las que constituyen el 73.3% de las citadas por Madrigal (1967), quien registra 138 especies en esta comunidad para el Valle de México; asimismo en tesis se citan 57 especies en Zoquiapan, Estado de México y Puebla, para esta misma comunidad.

Las familias mejor representadas, ya sea por el mayor número de géneros y/o especies, fueron: Compositae, Labiatae, Onagraceae y Rosaceae.

Tomando todas las especies registradas, se tienen que *Senecio angulifolius* y *Senecio barba-johannis*, además de *Abies religiosa* presentan una permanencia del 100%. Madrigal (1967) registra un 100% de frecuencia para *Senecio angulifolius*, mientras que Zavala (1984) registra a estas mismas especies con un 100% de presencia, a las cuales les siguen tres especies con un 92.3% de frecuencia; dos especies con 84%; siete especies con 76.9%; cuatro especies con 69.2%; cuatro especies con 61.5%; una especie con 53.8%; seis especies con 46.15%; tres especies con 61.5%; una especie con 53.8; 6 especies con 46.15%; tres especies con 38.4%; 13 especies con 30.7%; 8 especies con 23%; 11 especies con 15.3% y 36 especies con el 7.6% de constancia.

De este modo, de acuerdo al arreglo de presentación de Borockmann Jerusch 1970, en Dosting, (1951), las especies constantes, es decir aquellas que se encuentran por lo menos en la mitad de los “transectos” muestreados en el área de estudio son las siguientes: *Senecio angulifolius*, *Senecio barba-Johannis*, *Salvia elegans*, *Fuchsia microphylla*, *Asplenium monanthes*, *Galium aschenbornii*, *Salvia cardinalis*, *Aschemilla procumbens*, *Didymaea mexicana*, *Sibthorpia pichichensis*, *Oxalis alpina*, *Acaena elongata*; las especies que se encuentran en el 50% y 25% de los “transectos” muestreados llamadas “accesorias” por el mismo autor se encuentran: *Symphoricarpus microphyllus*, *Baccharis conferta*, *Baccharis sordescens*, *Eupatorium lucidum*, *Senecio platanifolius*, *Senecio tolucanus*, *Sonchus oleraceus*, *Stevia ovata*, *Nama organifolium*, *Litsea glaucescens*, *Lupinus exaltatus*, *Buddleja cordata*, *Lopezia racemosa*, *Salix cana*, *Fragaria mexicana*, *Arctostaphylos arguta*, *Arenaria lanuginosa*, *Smilax moranensis*, *Valeriana clematidis* y por último especies más que

se encuentran en menos del 25% de los “transectos”. Los cuales conforman el listado (ver matrices del estrato arbustivo y herbáceo en anexos). Aunque no se realizó un estudio exhaustivo de las plantas ruderales y arvenses, a continuación se enumeran algunas especies que se pueden encontrar a la orilla de los caminos o áreas muy perturbadas de la zona de estudio.

Plantas Ruderales

Castilleja tenuiflora
Cuphea aequipetala
Oxalis corniculata
Phaseolus heterophyllus
Phytolacca icosandra
Poa annua
Solanum marginatum
Sporobolus poiretii
Verbena bipinnatifida

Plantas Arvenses

Brassica campestris
Castilleja arvensis
Crotalaria rotundifolia
Ipomoea purpurea
Lopezia racemosa
Oenothera rosea
Piqueria trinervia
Tagetes foetidissima
Tradescantia crassifolia

Ver anexos de listados de plantas por estratos y su frecuencia en los 13 transectos (78).

6. CONCLUSIONES

La comunidad del Bosque de *Abies religiosa* (H.B.K.) Schl. et Cham. en la cuenca de Zempoala estado de Morelos se distribuye a altitudes de 2900-3600 msnm en laderas protegidas de vientos e insolación intensa, los suelos predominantes son del tipo litosol-andosol húmicos que se caracterizan por presentar una capa de materia organica en la superficie y profundos de origen volcánico.

La estructura de esta comunidad está formada por los siguientes estratos:

Un estrato arbóreo superior, representado por *Abies religiosa* como especie dominante, la cual registró en cada uno de los transectos, el valor de importancia más alto, registrándose individuos con una altura de hasta 39 m. El promedio de altura de este estrato es de 21 m; un estrato arbóreo inferior, el cual está representado por pocas especies, de las cuales *Salix cana*, *Pinus hartwegii*, *Quercus laurina*, *Salix lasiolepis*, son las principales con un valor de importancia más alto en

comparación con *Prunus serotina* subespecie *capuli*, *Alnus jorullensis*, *Litsea glaucescens*, *Garrya laurifolia* y *Juniperus monticola*, las cuales se encuentran en una baja frecuencia y por lo tanto con un valor de importancia más bajo; el estrato arbustivo está constituido por *Senecio barba-Johannis*, *Senecio angulifolius*, *Salvia cardinalis*, *Fuchsia microphyla* como especies encontradas con mayor frecuencia y con el valor de importancia más alto (Tabla 7). Entre las menos frecuentes sobresalen *Arcotostaphylos arguta*, individuos jóvenes de *Abies religiosa*, *Lopezia racemosa*, además de encontrarse otras menos frecuentes como son *Buddleja lanceolata*, *Didymaea mexicana*, *Heuchera mexicana* se registran únicamente en un solo transecto. A manera de descripción adicional se calcularon los valores de importancia uniendo la información correspondiente a los estratos arbóreo y arbustivo.

Observándose que *Abies religiosa* y *Senecio angulifolius* son las especies que alcanzan el valor más alto de constancia, así como también el valor de importancia en cada uno de los sitios muestreados, presentándose *Abies religiosa* en todos los estratos inferiores y constituyendo el estrato arbóreo superior, mientras que *Senecio angulifolius* se considera como una especie típica del estrato arbustivo

Con respecto al estrato herbáceo, este se encuentra representado por las siguientes especies, las cuales registran los valores de cobertura más altos: *Salvia elegans*, *Sibthorpia pichinchensis*, *Fuchsia microphyla*; entre las menos frecuentes destacan *Physalis foetens*, *Solanum cardiophyllum*, *Lupinus splendens*, *Senecio sanguisorbae*, entre otras especies.

7. BIBLIOGRAFÍA.

Anaya, L. A. L., Hernández, S. R. y Sánchez, M. X. 1980. La vegetación y los suelos de un transecto altitudinal del declive Occidental del Iztaccihuatl (México). Instituto de Investigaciones Forestales. Subsecretaría Forestal y del Fauna. Boletín Técnico No. 65. México, D. F.

Anaya, Lang Ana Luisa 1962. Estudio de las relaciones entre la vegetación, el suelo y algunos factores climáticos en seis sitios del declive occidental de Iztaccihuatl. Tesis profesional. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México.

Calderón, de Rzedowski G. y Jerzy Rzedowski 2001 flora fanerogámica del Valle de México. Instituto de Ecología A.C. Conabio. Pátzcuaro Michoacán. 1046 p.

Cain, S. A. y G. M. de Oliveira, C. 1959. Manual of vegetation analysis. Harper and Broth. New York.

Curtis, J.T. (1959). The Vegetation of Wisconsin: an ordination of plant communities. Madison, Wisconsin. Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México

- Cronquist, A. 1981.** An integrated system of classification of flowering plants. Columbia. Press University.
- Davis, T. A. W. Y Richards, P. W. (1933-4).** The vegetation of Moraballi Creek, British Guiana, an ecological study of limited area of tropical rain forest. Parte I y II. Ecol. 21:350-384.
- Dombois, M.D. 1974.** Aims and methods of vegetarion ecology. Wiley International Edition. New York.
- Fries, C. Jr. 1960.** Geología del Estado de Morelos y partes adyacentes de México y Guerrero, región central meridional de México. U.N.A.M. Instituto de Geología Boletín 60. México.
- Gallegos, M.C. 1977.** El paisaje geomorfológico mexicano en el atractivo natural de los parques nacionales. Instituto de Geografía, U.N.A.M. Serie varia, 1 (3): México, D.F.
- García, E. 1966.** Los climas del Valle de México según el sistema de Clasificación de Koppen, modificado por la autora, en Simposio sobre el Valle y la Ciudad de México. Unión Geográfica Internacional. Conferencia Regional Latinoamericana.
- Guzmán, H.G. 1959.** Estudio Taxanómico y Ecológico de los hongos neutrópicos mexicanos. Tesis profesional. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Instituto Politécnico Nacional. México.
- Herrera, T. Y Guzmán H. 1961.** Taxonomía y Ecología de los Principales Hongos Comestibles de diversos lugares de México. Ann. Inst. Biol. U.N.A.M. México. 32 (1-2): 33-134.
- Hiriart, P. 1981.** Vegetación y Fitogeografía de la Barranca de Tolanongo, Hidalgo. Tesis Profesional. Fac. Ciencias. U.N.A.M. México.
- Huerta, C.J. 1963.** Anatomía de la madera de 12 especies de coníferas mexicanas. Instituto de Investigaciones Forestales. Subsecretaria de Recursos Forestales y de Caza, S.A.G. Bol. Tec. No8. México.
- Jacobs, J. 1980.** Diversidad, estabilidad y madurez en ecosistemas influidos por las actividades humanas. En: Van Dobben, W.H. y R.H. Lowe-McConnell (ed.). Conceptos unificadores en ecología, 11. Blume. Barcelona, España. pp. 236-262.

- Kenneth, H.K. 1978.** Quantitative and Dynamic Plant Ecology. Edward Arnold.
- Kershaw, K.A. 1973.** Quantitative and Dynamic Plant Ecology. 2º edición. Edward Arnold. Publ. London. 308 pp.
- Krebs, J.Ch. 1978.** Ecology: The experimental analysis of distribution and abundance. 2º edición. Harper International.
- Leopold, A.S. 1950.** Vegetation zones of México. Ecology, 31: 507-508.
- Martínez-Ramos, M. 1980.** Aspectos sinecológicos del proceso de renovación natural de una selva alta perennifolia. Tesis Profesional. Fac. Ciencias UNAM. México.
- Miranda F. y Hernández X. 1963.** Los tipos de Vegetación de México y su clasificación. Bol. Soc. Bot. 28. México.
- Madrigal, S.X. 1967.** Contribución al conocimiento de la ecología de los bosques de oyamel *Abies religiosa* (H.B.K. Sh1. Et Cham), en el Valle de México. I.N.I.F. de la Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Bol. Téc. No. 18.
- Manzanilla, H. 1974.** Investigaciones epidométricas y silvícolas en bosques mexicanos de *Abies religiosa*. Dirección General de Información y Relaciones Públicas de la Secretaría de Agricultura y Ganadería.
- Martínez, M. 1963.** Las Pináceas Mexicanas. 3ª. Edición. U.N.A.M.
- May Nah, A. 1971.** Estudio fitoecológico del campo experimental "San Juan tetla" Estado de Puebla, México. Tesis Profesional. Escuela nacional de Ciencias Biológicas- I.P.N. México, D.F. 130 pp.
- May, E.N.G. 2001** Dinámica de la regeneración de *Abies religiosa* (H.B.K.) Schl. Et Cham., y *Pinus Hartegwii* lindl., en la estación forestal experimental Zoquiapan, estado de México. Tesis de licenciatura ENA Chapingo México pp 8-25.
- Meave del Castillo. 1983.** "Estructura y composición de la Selva Alta Perennifolia en los alrededores de Bonampak, Chiapas. Tesis Profesional. Fac. de Ciencias. U.N.A.M.
- Miranda, F. 1963.** Mesas redondas sobre problemas del Valle de México (Comentarios). Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. México, D.F:

- Mooser, f. 1963** Bosquejo geológico del extremo sur de la Cuenca de México. 20 Congreso Geología Internacional. México. Libreto Guía, Exc.
- Oostin. 1951.** Ecología Vegetal. Editorial Aguilar. Madrid.
- Ortega, J.H. 1962.** Propiedades físicas y mecánicas de la madera de Abies religiosa (H.K.B. Scl.,et Cham) Pinus hartwegii Lindl. Tesis Profesional. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo. México.
- Ostle. B. 1979.** Estadística Aplicada. Limusa. México.
- Parker, R.E. 1981.** Estadística para biólogos. 2ª edición Cuardenos de de Biología. Ed. Omega. España.
- Pielou. E.C. 1977.** Mathematical Ecology. 2ª. Ed. New York: Wiley.
- Piñero, D., J. Sarukhán y E. González. 1977.** Estudios demográficos en plantas. Atrocaryum mexicanum Liebu. 1. Estructura de la poblaciones bol. Soc. Bot. México. 37: 69-118.
- Ramírez, P.J. 1969.** Contribución al estudio de los mamíferos del Parque Nacional “Lagunas de Xempoala”, Morelos. Ann. Inst. Biol. U.N.A.M. Ser. Zool. (2) México D.F.
- Richardson, L.J. 1979.** Dimensiones of Ecology. Oxford University Press. New York/ Oxford.
- Reiche, C. 1914.** Vegetación de los alrededores de la Ciudad de México. Tipografía Moderna. México, D.F.
- Rzedowski, J. 1954.** Vegetación del Pedregal de Sn Angel. Ann. Esc. Nac. Cien. Biol. 8 (1-2): 59-129.
- Rzedowski, J. 1978.** Vegetación de México. Ed. Limusa. México.
- Sánchez, S. Oscar 1976** La flora del valle de México. Editorial Herrero S. A. tercera edición 519 p. México D.F.
- Sarukhán K., J.1968.** Los tipos de vegetación arbórea de la zona cálido-húmeda de México In: Pennington, T.D. & Sarukhán. Manual para la identificación de los principales árboles tropicales de México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y F.A.O. México D.F. pp. 3-46.
- Sarukhán K., J 1986**
- SARH. 1991-1992.** Inventario Nacional Forestal de Gran Visión Reporte Principal.

- Smith, R. (1898).** The plant associations of the Tay Basin. Proc. Perthshire Nat. Sci. Soc., 2, 200-17.
- Wadsworth, F.H. 1960.** Records of Forest plantation growth in México, the West Indies and Central and South America. Second annual report of the section on planting, Regional committee on forest research, Latin American Forestry Commission, Food and Agriculture Organization, United Nations. Rio Piedras, Puerto Rico.
- Whittaker, R.H. 1970.** Communities and ecosystems. Macmillan Co., Collier-Macmillan Ltd., London. 162 p.
- Valiente-Banuet, A. 1984.** Análisis de la vegetación de la región de Gómez Farías, Tamaulipas. Tesis Profesional. Fac. Ciencias UNAM. México.
- Zavala, Z.R. 1970** Estudio sobre plantaciones de Pino en México 37p inédito.
- Zavala, Z. R. 1971.** Cuatro ensayos de técnicas de viveros con algunas especies de pinos tesis ingeniero agrónomo E.N.A. Chapingo Texcoco México.

ESPECIES	TRANSECTOS														total x sp
	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0		
Senecio barba-johannis D.C.	54.4	52.4	32.7	61.6	104.2	121.6	78.8	53.4	19.9	60.6	37.1		56.5	733.2	
Senecio angulifolius D.C.	66.5	20.4	65.2	56.2	20.1	28.3	18.9	57.8	15.7	57.9	70.7	74.1	72.8	624.6	
Salvia cardinalis H.B.K.	22.2	115.0	25.0	36.5	9.3	30.0	11.0	13.3		22.9	30.3	62.6	28.6	406.7	
Fuchsia microphylla var. Tipica H.B.K.	9.1			16.0	4.1	2.6	18.4			104.3	21.4	66.8	88.0	330.7	
Salvia elegans Vahl.	37.8		59.0	27.3	36.8	40.1	43.2	36.4	2.6	25.4	9.2			317.8	
Cestrum nocturnum L.	24.8	32.0	26.8		43.8	27.8	18.5	21.6	21.0	17.1	34.4	9.8		277.6	
Eupatorium lucidum Ortega			83.4	23.7	34.8	13.2	62.1							217.2	
Arctostaphylos arguta		45.3		19.7						18.2	2.6		41.6	127.4	
Baccharis sordesens D.C.							3.8		5.4	7.5	2.9	23.6	53.7	96.9	
Senecio callosus H.B.K.	31.9			8.1			2.8			11.8		18.6		73.2	
Prunus capuli Cav.				8.9			5.4		9.6	3.8	3.8		31.5	63.0	
Abies religiosa Schl.		34.8	4.1			2.9	2.9		2.6	1.7	14.5			63.5	
Bidens ostruthoides(D.C.) Schz. Bip.					27.8	21.9	4.3			3.7	2.7			60.4	
Lopezia racemosa Cav.	3.3						2.2	9.4	27.7	12.9				55.5	
Fuchsia thymifolia H.B.K.	16.3			2.8				29.3		5.4				53.8	
Valeriana clematitis H.B.K.				15.6	3.5		14.0	2.1						35.2	
Lupinus exaltatus Zucc.											3.2	31.3		34.5	
Arracacia atropurpurea(Lehm.)Benth et H.				2.0	2.8	8.8	18.1	5.6		1.6				38.9	
Buddleja cordata H.B.K.				4.1				7.3	18.6					30.0	
Anus jonullensis H.B.K.							2.3	2.9	16.6					21.8	
Salvia polystachya Ort.	20.8													20.8	
Plecosorus sp.								11.7	5.4					17.1	
Acaena elongata L.					2.8						8.1	6.1		17.0	
Stevia ovata Willd.													15.2	15.2	
Litsea glaucescens H.B.K.							2.5	7.3	3.4					13.2	
Sonchus oleraceus L.			3.8	1.8	5.6									11.2	
Physalis subintegra Fern.														0.0	
Senecio platanifolius Benth.					3.1					10.7				13.8	
Nicandra physaloides Gaerth.										3.4	3.6			7.0	
Monnina schlechtendalliana D. Dietr.				1.8						19.0				20.8	
Eupatorium glabratum H.B.K.				6.4				1.8			6.3			14.5	
Senecio prenanthoides A. Rich.				1.9			6.4				2.7			8.3	
Garrya laurifolia Hartw.														0.0	
Stevia rhombifolia H.B.K.	5.2			2.3					8.0					15.5	
Smlax moranensis Mart. Et Gal.					2.9		2.1							5.0	
Adiantum andicola				1.8		2.8		1.8						6.4	
Baccharis heterophylla H.B.K.											1.6			1.6	
Salvia helianthemifolia Banthem								5.4						5.4	
Salvia gracilis Benth.								2.6			2.7			5.3	
Baccharis conferta H.B.K.				1.0							5.1			6.1	
Salix cana Mart. Et Gal.				4.8					3.1					7.9	
Rhodosciadium tolucense (H.B.K.) M.														0.0	
Erigenom maximus Otto.								4.6						4.6	
Arbutus xalapensis H.B.K.									4.6					4.6	
Eupatorium sp.								4.3						4.3	
Ribes affine H.B.K.									4.8					4.8	
Bromus dolichocarpus Wulf &Sch.								1.7		1.5				3.2	
Lupinus nutans	3.2								3.2					6.4	
Asplenium monanthes L.														0.0	
Hieracium abscessum Lees									2.9					2.9	
Solanum cardiophyllum Lindl.	2.7										2.8			2.7	
Lupinus cf.splendens Rose	2.7													2.7	
Fragaria mexicana Schl.									2.7					2.7	
Scutellaria pseudoaerulea Moc.											2.6			2.6	
Clematitis sericea H.B.K.											2.6			2.6	
Scutellaria pseudoaerulea Moc.									2.5					2.5	
Dahlia pinnata Cav.							2.0							2.0	
Lamourouxia rhinanthifolia H.B.K.								2.8						2.8	
Microsechium ruderalis Naud.				2.0										2.0	
Buddleja lanceolata Benth.										1.9				1.9	
Salix lasiolepis Benth.								1.8						1.8	
Gnaphalium salicifolium(Berti) Sch Bip.				1.8										1.8	
Gnaphalium bourgoveii Gray.								1.8						1.8	
Senecio sanguisorbae D.C.								1.8						1.8	
Didymaea mexicana Hook								1.8						1.8	
Heuchera mexicana								1.7						1.7	
Penstemon campanulatus Willd.								1.7						1.7	
Sisyrinchium convolutum NoCCA.										1.7				1.7	
Alchemilla procumbens Rose.										1.5				1.5	
Sedum bourgaei Hemsl.														0.0	
total por transecto	300.9	299.9	300.0	308.1	301.6	300.0	319.7	301.7	309.7	296.5	298.9	308.0	299.9	###	

ESPECIE	TRANSECTO													Total sp
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Abies religiosa Schl.	196.1	279.9	300	221.6	280.1	263	180.8	192.2	235.4	252.2	280.5	300	281.7	3263.5
Salix cana Mart.et Gal.							84			47.8	19.5			151.3
Pinus Harwegii Lindl.	55.5				19.9		14.6	20.5						110.5
Quercus laurina H.B.K.								57.1	36.5					93.6
Salix lasiolepis Benth.	35.6			35.9		18.5								90
Prunus capuli Cav.				29.9			20.7		14.2				18.3	83.1
Alnus jorullensis H.B.K.	13.1					18.5		21.4						53
Litsea glaucescens H.B.K.		20.1						18.8						38.9
Garrya laurifolia Hartw.									13.9					13.9
Juniperus monticola Martinez				12.5										12.5
Total transecto	300.3	300	300	299.9	300	300	300.1	310	300	300	300	300	300	3910.3

ANEXO IV. LISTA FLORISTICA DE FANERÓGAMAS Y PTERIDOFITAS

En su clasificación se siguió el criterio de Cronquist (1981) a nivel de familia, mientras que los géneros y especies se ordenaron alfabéticamente. Los ejemplares fueron cotejados con los especímenes del Herbario Nacional del Instituto de Biología UNAM (MEXU).

PTERIDOFITAS

ONAGRACEAE

Fuchsia microphylla (H.B.K.) var. típica
Fuchsia thymifolia H.B.K.
Lopezia racemosa Cav.
Oenothera laciniata (Will) Muñoz var. *pubescens*
Oenothera purpusii Muñoz.
Oenothera rosae Aist.

POLYPODIACEAE

Adiantum andicola Liebm.
Asplenium monathes L.
Cystopteris fragilis (L.) Bernh.
Dryopteris parallelogramma (Kunze) Alston.
Plecosorus sp.
Plecosorus speciosissimus (Kunze) More
Polystichium sp.

GIMNOSPERMAS

CUPRESSACEAE

Juniperus monticola Martínez

PINACEAE

Abies religiosa (H.B.K.) Schltl. Et Cham.
Pinus hartwegii Lindl.

ANGIOSPERMAS

MONOCOTILEDÓNEAS

AGAVACEAE

Zephyranthes brevipes (Baker.) Standl

COMMELINACEAE

Commelina scabra Benth.
Tradescantia commelinoides Roem. et Schult.

GRAMINEAE

Agropyron vaillantianum Wulf. et Sch.
Brachypodium mexicanum Link.
Bromus dolichocarpus Wagnon.
Festuca amplissima Rupr.
Muhlenbergia macrura (H.B.K.) Hitchc.
Poa annua L.
Stipa ichu (Ruiz et Pav.) Kunth.
Trisetum virlettii Fourn.

IRIDACEAE

Sisyrinchium convolutum Nocca.
Sisyrinchium scabrum Schlecht. et Cham.

LILIACEAE

Anthericum torregi Baker.
Smilax moranensis Mart. et Gal.

ORCHIDACEAE

Bletia macrithmochila Greenm.
Corallorrhiza maculata Raf.
Govenia lileaceae Lindl.
Malaxis cf. brachyrrhynchos (Reichb. f.) Ames.

DICOTILEDÓNEAS

BETULACEAE

Alnus jorullensis H.B.K.

BORAGINACEAE

Hackelia mexicana Johnst.

CAPRIFOLIACEAE

Symphoricarpus microphyllus H.B.K.

CARIOPHYLLACEAE

Arenaria lanuginosa Rohrb.

CISTACEAE

Helianthemum glomeratum Lag.

COMPOSITAE

Baccharis conferta H.B.K.

Baccharis heterophylla H.B.K.
Baccharis multiflora H.B.K.
Baccharis sordescens D.C.
Bidens ostrutheoides (D.C.) Schz. Bip.
Bidens serrulata (Poir) Desf.
Cirsium pinetorum Greenm.
Conyza apurensis H.B.K.
Conyza bonariensis (L.) Cronquist.
Dahlia pinnata Cav.
Erigenom maximus Otto.
Eupatorium glabratum H.B.K.
Eupatorium lucidum Ortega
Eupatorium pycnocephalum Less.
Eupatorium sp.
Gnaphalium bourgovoii Gray.
Gnaphalium liebmanni (Mc.Vaugh) Nash var. *Monticola*
Gnaphalium salicifolius (Bertol.) Nesom.
Hieracium abscissum Lees.
Senecio angulifolius D.C
Senecio barba-johannis D.C.
Senecio callosus Sch. Bip.
Senecio cinerarioides H.B.K.
Senecio platanifolius Benth.
Senecio prenanthoides A. Rich.
Senecio sanguisorbae D.C.
Senecio tolucanus D.C.
Siegesbeckia orientalis L.
Sonchus oleraceus L.
Stevia ovata Willd.
Stevia rhombifolia H.B.K.
Taraxacum officinale L.
Verbesina oncophora Rob. et Greenm.

CONVOLVULACEAE

Cuscuta arvensis Engelm var. *vernica*.

CORNACEAE

Cornus excelsa H.B.K.

CRASSULACEAE

Sedum bourgaei Hemsl.

CRUCIFERAE

Cardamine flaccida Cham. et Schl.

Eruca sativa Lam.

Thelypodium orizabae D. et S.

CUCURBITACEAE

Microsechium ruderale Naud.

ERICACEAE

Arbutus xalapensis H.B.K.

Arctostaphylos arquta (Zucc.) D C.

FAGACEAE

Quercus laurina Humb. Et Bonpl.

GARRYACEAE

Halenia brevicornis (Briq.)Allen) var. *miranthea*

GERANIACEAE

Geranium latum Small.

Geranium kerberi Knuth.

Geranium potentillaefolium D.C.

Geranium seemanni Peyr.

Sibthorpia pichinchensis H.B.K.

HIDROPHYLLACEAE

Nama hirsutum Mart et Gal

Nama organifolium H.B.K.

Phacelia platycarpa Spreng.

.

LABIATAE

Prunella vulgaris Linn.

Salvia cardinalis H.B.K.

Salvia elegans Vahl.

Salvia gracilis Benth.

Salvia helianthemifolia Benth.

Salvia microphylla H.B.K.

Salvia polystachya Ort.

Salvia prunelloides H.B.K.

Salvia sp.

Satureja macrostema (Benth) Briq.

Scutellaria pseudocoerulea Moc.

Scutellaria coerulea Moc. Et Sessé.

Stachys coccinea Jacq.

LAURACEAE

Litsea glaucescens H.B.K.

LEGUMINOSAE

Astragalus guatemalensis (Hemsl) Barneby var. *brevidendatus*

Astragalus micranthus Desv.

Lupinus exaltatus Zucc.

Lupinus cf. splendens Rose

Trifolium amabile H.B.K.

Vicia mexicana Hemsl.

LINACEAE

Linum orizabae Planch.

LOGANIACEAE

Buddleja americana L.

Buddleja cordata H.B.K.

Buddleja lanceolata Benth.

Buddleja sessiliflora H.B.K.

LYTHRACEAE

Cuphea aequipetala Cav.

Cuphea angustifolia Jacq. ex Koehne.

OLEACEAE

Fraxinus uhdei (Wenzig.) Ling.

OXALIDACEA

Oxalis alpina Rose

Oxalis corniculata L.

Oxalis jacquiniana H.B.K.

Oxalis sp.

PHYTOLACCACEAE

Phytolacca icosandra L.

PIPERACEAE

Peperonia umbilicata Ruiz et Pav.

PLANTAGINACEAE

Plantago galeottiana Decaisne.

Plantago major L.

POLYGALACEAE

Monnina schlechtendaliana D. Dietr.

POLYGONACEAE

Rumex crispus L.

PORTULACACEAE

Claytonia perfoliata Donn.

PYROLACEAE

Chimaphila umbellata (L.) Barton.

Hypopitys multiflora Scop.

Monotropa uniflora L.

RANUNCULACEAE

Clematitis ericea H.B.K.

RHAMNACEAE

Ceanothus coeruleus Lag.

ROSACEAE

Acaena elongata L.Mant.

Alchemilla aphanoides (Rose) Perry Var. *Subalpestris*

Alchemilla procumbens Rose.

Fragaria mexicana Schl.

Holodiscus pachydiscus (Rydb) Standl.

Prunus serotina subespecie *capuli* Cav.

RUBIACEAE

Didymaea mexicana Hook.

Galium aschenbornii Schauer.

SABIACEAE

Meliosma dendata (Liebm) Urban

SALICACEAE

Salix lasiolepis Benth.

Salix cana Mart. et Gal.

SAXIFRAGACEAE

Heuchera mexicana Schaffn.

Ribes affine H.B.K.

Ribes ciliatum Humb. et Bonpl.

SCROPHULARIACEAE

Castilleja arvensis Cham. et Schl.

Castilleja canescens Cham. et Schl.

Lamourouxia rhinanthifolia H.B.K.

Penstemon campanulatus Willd.

Penstemon gentianoides Don.

SOLANACEAE

Cestrum nocturnum L

Cestrum terminale Dun.

Physalis acuminata Greenm.
Physalis foetens Fern.
Physalis mollis Nutt.
Physalis subintegra Fern.
Solanum cardiophyllum Lindl.

UMBELLIFERAE

Arracacia atropurpurea (Lehm.) Benth. et Hook.
Eryngium carlinae Delar.
Eryngium pectinatum Presl.
Rhodosciadium toluicense (H.B.K.) Mathias
Osmorhiza mexicana Griseb.

URTICACEAE

Urtica subincisa Benth.

VALERIANACEAE

Valeriana clematitidis H.B.K.

VERBENACEAE

Priva grandiflora (Ort.) Moldenke.