



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE CIENCIAS
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

México, D. F., 1987.

00361

11

2ej

"ANALISIS ESTRUCTURAL DE LAS COMUNIDADES
FORESTALES DE LA SIERRA DEL AJUSCO, MEXICO."

MA. CECILIA DEL CARMEN NIETO DE PASCUAL POLA

T E S I S

Presentada como requisito parcial
para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS

(*Biología*)





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

CONTENIDO

	pág.
AGRADECIMIENTOS	v.
INTRODUCCION	1
I. ANTECEDENTES	4
I.1. Datos históricos	4
I.2. Estudios de la zona	6
II. LA ZONA DE ESTUDIO	9
II.1. Localización	9
II.2. Topografía	9
II.3. Clima	11
II.4. Hidrografía	11
II.5. Geología	12
II.6. Edafología	12
II.7. Uso del suelo	13
III. METODOS	
III.1. Estudios cuantitativos de la vegetación forestal, como antecedente metodológico al presente estudio	16
III.2. Unidades Ecológicas	16
III.3. Tipo de muestreo	17
III.4. Tamaño de muestra	17
III.5. La toma de datos	17
IV. RESULTADOS	26
IV.1. Condiciones ecológicas generales de los sitios de muestreo	26
IV.2. Densidad de arbolado	30
IV.3. Flora	31
IV.4. Dasonetría	35
IV.5. Edafología	51
IV.6. Factores de disturbio	57
V. DISCUSION DE RESULTADOS	62
VI. CONCLUSIONES	71
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	72
APENDICES	77

INTRODUCCION

Los ecosistemas forestales próximos a las grandes ciudades se ven constantemente amenazados a partir del crecimiento urbano. La zona boscosa de la Sierra del Ajusco, localizada al Suroeste de la Ciudad de México, la urbe más grande del mundo, actualmente, no escapa a este fenómeno.

Esta es una zona muy controvertida, desde distintos puntos de vista. En los últimos 30 años ha abrigado a una población cercana a los 2.5 millones de habitantes (Ciprés V., 1982), distribuida en varios poblados principales [San Andrés Totoltepec, Xicalco, Petlascalco, San Miguel Ajusco, Santo Tomás Ajusco, Topilejo (Anaya S., 1982)]; la tendencia a su conurbación es cada vez mayor. El número de asentamientos humanos es creciente y no se restringe ya solamente a las faldas de las montañas. Actualmente se calculan 4480 predios en la localidad, ocupados por 47 mil habitantes (Hernández M., 1985).

La tala de árboles de aprovechamiento industrial y/o local está generando páramos de bajos índices demográficos forestales; la fauna asociada a estos bosques ha perdido especies, y sus representantes son muy escasos y difíciles de encontrar. El renuevo del arbolado original tiene pocas posibilidades de desarrollarse positivamente, entre otras causas por la competencia que supone la colonización de zacatonales de aprovechamiento pecuario, y las quemadas del sotobosque encaminadas a mejorar la productividad de dichos pastos. El estado sanitario del bosque es especialmente contrastante, pudiéndose encontrar rodales con el arbolado seriamente deteriorado o muerto en pie (Nieto, 1986). Por los abundantes caminos y brechas abiertos en los últimos 20 años, la Sierra acusa signos de perturbación ecológica como basureros, fogatas, árboles lastimados, ocoteados, etc.

El número y diversidad de los encinos [*Quercus* sp.], uno de los componentes florísticos más numerosos y característicos de la Sierra antes de la perturbación, está notablemente reducido; actualmente se confina a cimas, donde la urbanización ha dejado sentir su efecto especialmente. La agricultura ocupa un área cercana al 40% del territorio de la zona (DETENAL, 1976).

La zona incorpora comunidades vegetales diversas, por el gran mosaico que supone su accidentada topografía, misma que se acentúa por los afloramientos volcánicos, y por la pluralidad de suelos, y el amplio ámbito altitudinal desde la altura de la Ciudad de México (2240 m.s.n.m.) hasta el Pico del Aguila del Volcán Ajusco, situado a los 3929 m.s.n.m. (García y Falcón, 1984) o a los 3950 m.s.n.m. (SAHOP, 1980).

Como intentos por recuperar y/o proteger las partes arboladas, se han hecho replantaciones artificiales con especies exóticas como el *Pinus radiata* D. Don., dados los resultados obtenidos en otros países. Sin embargo, es interesante destacar que se la atribuye una enorme susceptibilidad de enfermedad e infestación por plagas, pero se carece, todavía, de evaluaciones precisas de su estado actual en la zona.

Por otra parte, se habla de incorporar a los habitantes de la región a "proyectos ecológicos productivos", que incluyen el reciclamiento de desechos orgánicos, la siembra de hortalizas, la cría de especies de peces, la explotación de plantas medicinales para desarrollar una industria farmacéutica, y el establecimiento de granjas de autoconsumo e intercambio local (Hernández M., 1985). Estas acciones tienden a encontrar nuevas alternativas de aprovechamiento de los recursos, contemplando, con ello, la reducción de la presión ejercida sobre los árboles como productores principales de satisfactores.

La Sierra del Ajusco es importante por dos razones: la primera de ellas es por ser el área boscosa más grande que se encuentra en los límites de la Ciudad de México, que, por lo tanto, deberá ser conservada y protegida; y segunda, por el rápido deterioro que ha sufrido el bosque en los últimos años, especialmente por problemas de urbanización.

El estudio que se presenta a continuación tiene un enfoque sinecológico, partiendo del supuesto de que "los bosques... constituyen sistemas complejos y como tales, deben ser estudiados integralmente (Franco y Sarukhán, 1981), no obstante su avanzado grado de deterioro.

Los OBJETIVOS de este trabajo fueron los siguientes:

1. Caracterizar las comunidades forestales de la zona a través de un análisis florístico-estructural de las mismas.
2. Determinar algunas propiedades químicas y físicas del suelo, y es

tablecer su relación con las comunidades vegetales identificadas:

3. Reconocer la presencia de plagas y enfermedades, incendios forestales, pastoreo y asentamientos humanos como factores que puedan ejercer influencia sobre el estado actual de la vegetación forestal.

Se pretende que los alcances de esta investigación, por una parte, aporten conocimiento básico de la configuración de algunos tipos de bosques de la Sierra del Ajusco, su posible futuro y su relación con la calidad y cantidad de suelo. Se evalúa cuantitativamente algunos parámetros de las comunidades forestales que, por consiguiente, permita contar con elementos de juicio más cercanos a la realidad para el manejo silvícola de la zona, lo que deberá redundar en el mejoramiento de la calidad ambiental y de vida, no solamente local, sino también, metropolitana.

I. ANTECEDENTES

I.1. Datos históricos.

La información en este sentido se halla dispersa y desordenada; sin embargo, pueden precisarse algunas fechas relativas a lo más importante de la historia de la región.

Se considera que "la estructura principal de la Sierra se formó al final del Mioceno" (Aranda S., *et al.*, 1980), y que posteriormente aparecieron los volcanes Teutli y Xitle. Se calcula una antigüedad de 2500 a 3000 años a la emisión de lava de este último, misma que dio origen a las llanuras de malpais que identifican al Pedregal de San Angel (González y Sánchez, 1961).

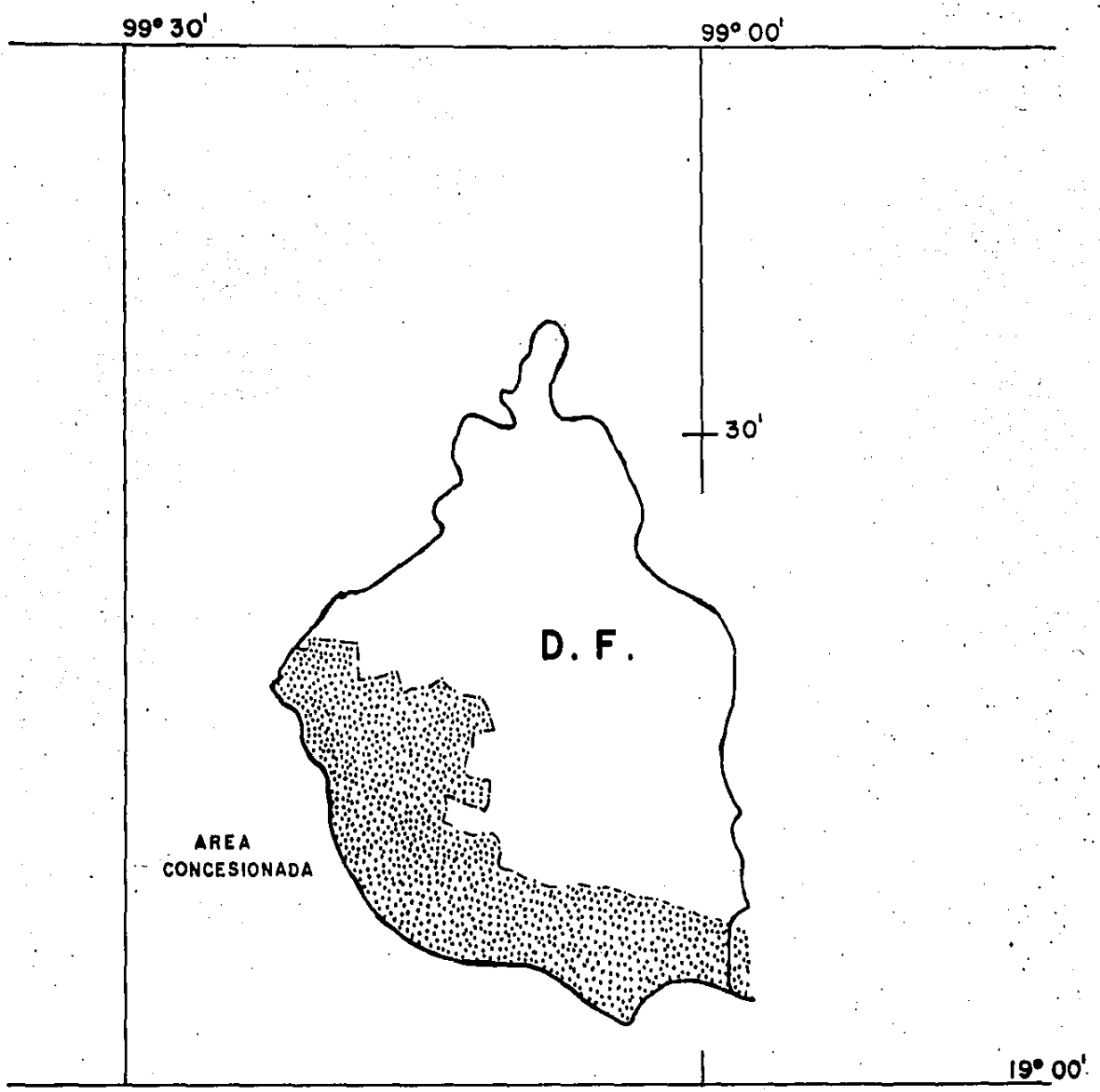
El nombre del volcán Ajusco significa "de donde brotan las aguas" (Tamayo, 1962), vocablo de origen náhuatl.

Dentro de un periodo más moderno, es conveniente destacar algunos sucesos que bien pueden explicar el comportamiento que han tenido las poblaciones naturales hasta llegar al estado actual.

El 22 de septiembre de 1936 se publicó en el Diario Oficial de la Federación el Decreto mediante el cual se creó el Parque Nacional 'Cumbres del Ajusco', con lo que los bosques cercanos al volcán garantizaban su permanencia (Cardona, 1980); la extensión asignada fue de 920 hectáreas.

Durante el gobierno del Lic. Miguel Alemán "la zona protegida fue disminuida enérgicamente" (Cardona, *op. cit.*), pues de la superficie original, solamente quedó bajo amparo el pico de la montaña. En esta época se permitió la construcción del Club de Golf México, así como en 1947 se concesionaron los bosques del lugar para ser aprovechados por la Compañía Loreto y Peña Pobre (Siller, 1980) [Fig.1]. A estas acciones, principalmente, se les atribuye el inicio de la "mutilación" de la Sierra (Siller, 1981b), mismo que provocó el "desastre ecológico" (Siller, 1981a).

De 1959 a 1977 se observó un crecimiento urbano sobre la Sierra estimado en 4.3 veces más respecto a la primera fecha. Este hecho ha afectado el comportamiento que han tenido las poblaciones de *Abies religiosa*, *Pinus spp.*, *Quercus spp.*, *Eucaliptus p.*, *Senecio praecox* y los pastizales; de estos últimos, su superficie se incrementó en 2.9% en relación a la correspondiente al inicio del periodo considerado (Benitez, 1982b).



FUENTE: Inventario Forestal del Estado de México y D.F., 1974.



FIGURA I: MAPA DEL DISTRITO FEDERAL Y AREA CONCESIONADA A LORETO Y PEÑA POBRE.

Como ejemplo de lo anterior, en 1970 se destinaron lotes ejidales de la Sierra para habitantes de San Nicolás Totolapan; diez años después, 500 familias fueron desalojadas del lugar; al año siguiente, 40 familias se asentaron en el área (Cisneros, 1981), nuevamente. Estos nuevos asentamientos humanos sin duda han provocado una compleja alteración de la vegetación de la zona.

Para 1977, se iniciaron las labores de reforestación, principalmente sobre las partes altas, contemplándose los siguientes puntos: "El Guarda", "El Pelado", "Cerro Quepil", "Volcán Ajusco" y "Volcán Xitle", así como el área comprendida entre los últimos dos; la totalidad de árboles entonces, fue de 11,900 (Sánchez C., *et al.*, 1979); los elementos ejecutores del programa serían los del Ejército Mexicano. Para 1980 se anunció la plantación de 6 millones de árboles en el Ajusco (Siller, 1981a). En este mismo año, se destacó la necesidad de retirar la concesión de aprovechamiento forestal emitida 34 años atrás.

En 1982 se legisló un área aproximada de 800 Km² en la Sierra como zona ecológica de la Ciudad de México (Ciprés V., 1982).

Para 1984, se habían iniciado acciones de atención sanitaria al arbolado, que acusaba signos de plaga importantes, mediante derribo. Para esa misma fecha, la Comisión Coordinadora para el Desarrollo Agropecuario del Distrito Federal establecía líneas de acción para "manejar la zona contemplando distintas alternativas" (COCODA, 1984).

Como puede verse, se trata de un área sometida a continuo disturbio de naturaleza y grado diversos, cuyas consecuencias han sido pobremente documentadas desde el punto de vista ecológico.

I.2. Estudios de la zona.

En la Sierra del Ajusco sólo se han realizado algunos estudios dirigidos a temas particulares. Cabe mencionar los siguientes:

Dentro de la relación de los Parques Nacionales de México, González y Sánchez (*op.cit.*) destacan el documento de creación del parque llamado 'Cumbres del Ajusco'; especifican su superficie, indicando que no se encontraba habilitado y la ruta correspondiente para alcanzarlo.

Carrillo G. (1955) desarrolló un trabajo muy completo sobre los méto

dos de ordenación de los bosques mexicanos, y ejemplifica en algunos capítulos con los predios de propiedad comunal de San Miguel Ajusco, mismos que estaban ya concesionados a las fábricas de Papel Loreto y Peña Pobre, S.A. El autor describe someramente la configuración forestal de los predios, en los que destacan por su dominancia, los pinos y el oyamel. Así mismo, recomienda los métodos de tratamiento silvícola de acuerdo con las características de la población forestal, y finalmente incluye un anexo de tablas de datos dasométricos muy detallado. Esta información resulta importante como referencia del estado de los bosques en la época.

En el gran trabajo de Tamayo (*op.cít.*) se incluye información interesante de la Sierra, como el origen del nombre, su hidrografía, geografía y datos topográficos.

De los Parques Naturales considerados por SOP (1976), el del sur del D.F. describe a la Sierra del Ajusco, abordando diversos aspectos: tenencia de la tierra, uso del suelo, densidad forestal, reforestación, etc. Desde una perspectiva proteccionista, inicia la leyenda con una apreciación alarmista de la tasa de deforestación de la zona en un futuro próximo. Finalmente propone algunas opciones de recuperación y desarrollo del lugar, sin entrar en detalles.

En su FLORA DEL VALLE DE MEXICO, Sánchez (1968) ubica algunas especies en la Sierra del Ajusco; lo mismo sucede con el trabajo compilatorio de Rzedowski (1979; 1985).

En 1974 aparece publicado el Inventario Forestal del Estado de México y el Distrito Federal. La información dasométrica que corresponde a la Sierra no se aborda, en virtud de la concesión existente. También en ese año, Hiroishi realizó un estudio edafológico de algunas montañas de la zona.

La información cartográfica (que se utilizó en el presente estudio) se imprimió por segunda ocasión en 1979; se desconoce la fecha del levantamiento.

Sobre impacto ambiental y estado sanitario del arbolado, Castillo T. (1976) refirió algunos aspectos ecológicos del Parque Nacional.

Hernández (1981) documentó el efecto de gases oxidantes sobre *Pinus*

hartwegii y especies silvestres de los géneros *Eupatorium*, *Piqueria* y *Solanum*, registrando síntomas morfológicos y cambios clorofílicos.

Bauer (1984) señala un volumen de 35,694 m³ dañados por *Dendroctonus adjunctus* en el Ajusco; dos años después, Nieto (*op.cit.*) reportó el daño manifestado por el arbolado del área y su relación con algunas de sus características dasométricas y/o ecológicas.

Salinas-Quinard y Nieto (1986) detectaron la presencia de una especie de roya en *Pinus montezumae* cerca de los límites con el estado de Morelos, cuya identificación está en estudio dada la falta de antecedentes del patógeno en México.

Benitez (1982a) evaluó el efecto del fuego en el *Pinus hartwegii* de la Sierra. Su interpretación (1982b) del cambio de uso del suelo durante casi dos décadas en el lugar, aporta información interesante.

En relación al uso de la flora, Nieto (1985a) reunió las formas de aprovechamiento reportadas por diversos autores. Sobre el mismo tema versa el trabajo de Benitez (1986) incluyendo datos ecológicos.

Sobre los encinos, Nieto (1985b) presentó un informe sobre los diferentes hábitats de las especies, así como de la composición física y química de los suelos subyacentes.

En 1980 se publicó por primera vez el estudio más completo sobre mastofauna de la Sierra; los autores (Aranda S., *et al.*, *op. cit.*) incluyeron descripción de los animales identificados, así como sus rastros y esquemas. Sobre el riesgo de desaparición de estas especies dada la destrucción de hábitat y la cacería furtiva, se discutió mucho en el medio periodístico (Siller, 1981a; Duayhe, 1980; Graco, 1980).

En 1984 COCODA planteó las líneas de manejo de la zona, lo que provocó la iniciación de estudios de diversa índole, en ejecución a la fecha.

Sorprendentemente, no se cuenta con un análisis básico y detallado que describa cuantitativamente la estructura y florística de tan importante bosque, y que, por lo tanto, dé pie a estudios comunitarios y poblacionales subsecuentes.

II. LA ZONA DE ESTUDIO.

II.1. Localización.

La Sierra del Ajusco constituye el límite orográfico al Sur del Valle de México; separa al Distrito Federal del Valle de Cuernavaca. Hacia el NE se une con la Sierra de las Cruces. Se extiende sobre los territorios de las Delegaciones Magdalena Contreras, Tlalpan -en su mayor porción-, Milpa Alta, y una pequeña porción de las faldas, en la de Xochimilco. Hacia el S, limita con el Estado de Morelos; hacia el E y el O con el Estado de México; hacia el NO con las áreas urbanizadas como el Pedregal de San Angel del cual parte una de las principales vías de acceso [Fig. 2].

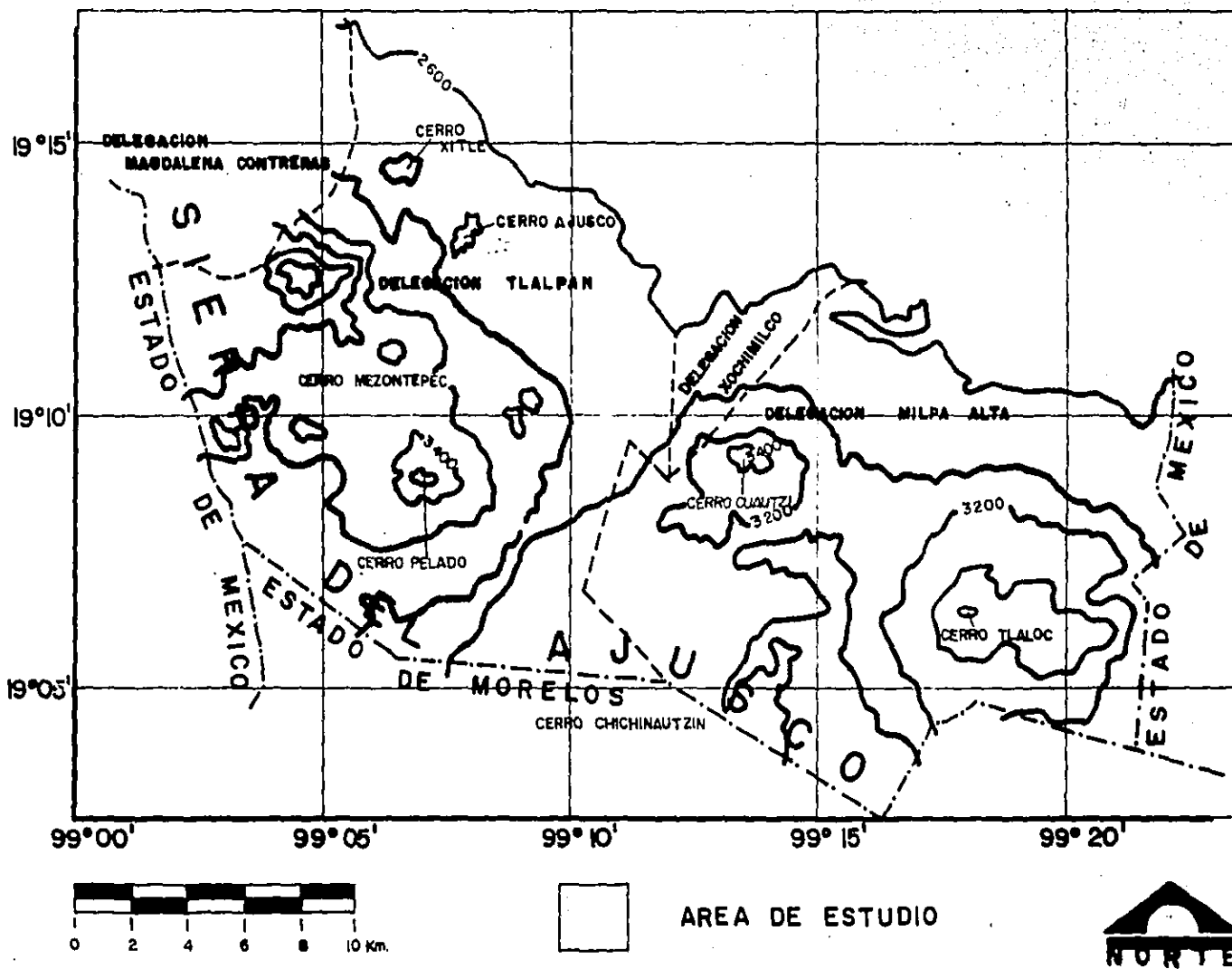
El área de trabajo propiamente dicha cubre parte de la Sierra del Ajusco dentro de la Delegación Tlalpan; sus coordenadas geográficas corresponden a: 19°06'-19°13' latitud N y los 99°10'-99°01' longitud O. Cartográficamente se describe bajo la clave E14-A 49 (DETENAL) que corresponde a la denominación "Milpa Alta", en su porción NE.

II.2. Topografía.

El terreno del área de estudio se caracteriza por su irregular distribución de crestas y valles que marcan parajes prácticamente planos, y otros cuya pendiente llega al 40%. El malpaís está muy extendido y se hallan sitios en los que el afloramiento volcánico es manifiesto, y otros donde es apenas perceptible, por la profusión de pastos.

El ámbito altitudinal es mayor a los 1300 m., si se considera la altura de 2550 m. en los terrenos de San Andrés Totoltepec, hasta la punta del Volcán Ajusco (3929 m.s.n.m.). Sobre la base cartográfica de CETANAL (1973) se destacan 24 elevaciones importantes:

VOLCANES		CERROS	
Nombre	m.s.n.m.	Nombre	m.s.n.m.
Yololica	3050	La Magdalena	
Oyameyo	3320	Tepeyehualco	
Texoxocol		Quepil	3520
Malacatépetl	3440	Cruz de Morelos	
Ajusco	3929	Los Picachos	
Xitle	3130	Los Gavilanes	
Cuatzontle		Panza	
Xictontle	3050	La Cruz del Marqués	
Man Nal		N. Zehuiloya	
Tesoyo		Judío	
Tres Cruces		Mezontepec	3480
Acopiaco			
Pelado	3630		



FUENTE: García y Falcón (1984): Nuevo Atlas Porrúa de la República Mexicana.

Figura 2. Localización de la Sierra del Ajusco.

II.3. Clima.

Sobre este aspecto se parte de que el clima que impera en la Sierra es del tipo templado húmedo o grupo C (García y Falcón, 1984), con lluvias en verano (Cw). Sin embargo, se encontró discrepancia en las fórmulas a pesar de que todas dicen basarse en la misma fuente (García, 1981). Así, se determinaron dos zonas climáticas, que según el origen del dato, tienen símbolos particulares.

Para el Volcán Ajusco: C(E)m(w); para San Miguel Ajusco y San Miguel Topilejo: C(E)(w₂) (SPP, 1981). La escala aquí es de 1:1,000,000.

Sin embargo, para la escala de 1:500,000 (SP, 1970) en casi toda la Sierra se registra el clima C(w₂)(bi)i; San Pedro Mártir y San Andrés Toluca se rigen por el C(w₂)(w)b(bi). Tomando las últimas dos fórmulas, resulta que es un clima del tipo de los más húmedos de los templados subhúmedos con lluvias en verano; el cociente P/T mayor a 55.0; con un porcentaje de lluvia invernal menor de 5% de la anual. La temperatura del mes más frío varía entre 3 y 8°C, mientras que la del mes más cálido es menor a 5°C. Para las faldas se da una oscilación térmica entre los 5°C y los 7°C. Aranda S *et al.* (*op.cit.*) describen una marcha de la temperatura tipo Ganges; sin embargo, en la cartografía consultada no aparece el símbolo "g" correspondiente.

La primera fórmula incluye el símbolo (bi); se considera un error tipográfico del (b') (M.L. Amaya, 1986*) mismo que en adición al resto sí se señala como variante climática del subtipo C(w₂). La segunda fórmula está tipificada.

II.4. Hidrografía.

En la época de lluvias se pueden detectar algunos escurrimientos que caen como pequeñas cascadas, o bien, corren como arroyos. Por el nombre de la Sierra se supone una existencia hidrológica importante; actualmente se han formado depósitos acuíferos en cañadas "por lo que, cuando la roca ígnea aflora, brota el agua... y de ahí el origen de la denominación 'Ajusco'" (Tamayo, *op.cit.*). Aparecen en las cartas (SPP, s.f.) corrientes interrumpidas y perennes serpenteando el área, así como acueductos; los arroyos principales son: San Buenaventura, el Torrillo, el Agua Estancada, el Potrero, Las Regaderas, Cebadillas y Viborillas.

* Encargada del área de Climatología del INIFAP Coyoacán. Comunicación personal.

Con respecto a los escurrimientos de precipitación media anual, la Sierra se caracteriza por tres coeficientes que son: de 0 a 5%; de 5 a 10% y de 10 a 20%, ubicándose la zona de mayor escurrimiento en el Volcán Ajusco (DETENAL). Los ríos que de él nacen son afluentes del río Amacuzac (Tamayo, *op.cit.*), uno de los cuales es el Buenaventura, que se localiza a 20 Km. de la Ciudad de México, cerca del Pico del Aguila; corre hacia Tlalpan, donde se une con el río de San Juan de Dios, y mide 15 Km. El río Eslava se localiza en la vertiente oriental del Ajusco y la Sierra de las Cruces (Duayhe, 1980).

II.5. Geología.

Las rocas de la Sierra son principalmente ígneas extrusivas del terciario o Era Cenozoica. También se encuentran brechas volcánicas, basaltos, residuales, aluviones, andesitas y tobas, de distribución y proporción irregular. El origen de las rocas parte del numeroso aparato volcánico que caracteriza a la Sierra como parte del Eje Neovolcánico Transmexicano; el Xitle se considera un aparato volcánico principal (INEGI, 1984).

El área queda comprendida dentro de la zona sísmica o de sismos frecuentes (García y Falcón, 1984).

Los enormes afloramientos de roca volcánica son aprovechados por los habitantes del lugar como material de construcción*.

II.6. Edafología.

En la zona de estudio solamente se tiene tres tipos de suelo:

Andosol = 57.66% Litosol = 29.73% Feozem = 12.61%

El andosol sustenta tanto vegetación natural y oyamel, como agricultura y pastizal. Derivado de cenizas volcánicas, es un suelo rico en materia orgánica y fértil. Sin embargo, está tipificado como muy susceptible a la erosión (García y Falcón, *op.cit.*).

El litosol es un suelo muy somero (> 10 cm. de profundidad), de poca evolución, que solamente soporta vegetación natural, es decir, no se trabaja con fines agrícolas.

* Comunicación personal con picapedrero local.

El feozem es un suelo fértil por su contenido de materia orgánica en la primera capa, de color oscuro y suave. A pesar de que es capaz de sustentar cualquier tipo de vegetación, en la zona subyace a encinares y a la agricultura de temporal hacia la parte NE, cerca de San Miguel y de Santo Tomás Ajusco.

II.7. Uso del Suelo.

Este capítulo es especialmente importante puesto que reúne la información que explica en gran parte el estado actual que guarda la ecología de la zona. Se contemplan como principales factores de atención:

- Vegetación forestal
- Pastizales o ganadería o pastoreo
- Agricultura
- Urbanización

II.7.1. Vegetación forestal.- La Sierra del Ajusco se caracteriza por sustentar una vegetación de clima templado-frío, originalmente representada en su mayor proporción por coníferas. Las masas puras existen, pero es frecuente encontrar mezclas con latifoliadas de una o más especies, cuyo número aún llega a superar a las pináceas.

Es irregular la densidad de arbolado, así como su grado de madurez, pues se pueden identificar ejemplares sobremaduros, de dimensiones considerables y otros que más bien parecen ser jóvenes y poco evolucionados. Sobre este particular, son frecuentes los elementos introducidos. El estado del arbolado no goza de especial salud, pues se aprecian síntomas de deterioro (Nieto, 1986), algunos de etiología ya estudiada (Hernández, 1981).

Los principales géneros por su frecuencia son *Pinus* y *Abies*; del primero hay varias especies, del segundo, sólo una. En menor número se tiene *Juniperus* con una especie arbustiva, y *Cupressus*, que por su localización deben ser introducidos, dado, además que cumplen funciones de cortina rompe-vientos y de linderos para terrenos bajo aprovechamiento agrícola.

La proporción de bosque templado-frío en la zona de estudio cubre un 40%, aproximadamente.

II.7.2. Pastizales.- El pastizal se presenta bajo dos condiciones ecológicas: 1) en asociación con bosque; 2) puro. En ambas condiciones se le quema antes de la época de lluvias para satisfacer su función forrajera

para el ganado ovino, principalmente. Cabe agregar que no todas las gramíneas de la zona son susceptibles al forrajeo. La superficie de pastizal puro es del orden del 10%, y la del asociado con bosque, es, por lo mismo, difícil de estimar.

II.7.3. Agricultura.— En términos de la superficie que ocupa, se trata de una actividad importante, pues es alrededor del 40% de la zona, es decir, prácticamente equivale al territorio forestal. Es temporalera, y los principales cultivos son: la avena, la cebolla, el maíz, el frijol, el betabel y la zanahoria.

La mayor concentración de tierras agrícolas se extiende hacia el NE, y rodea a las elevaciones montañosas hasta las faldas.

II.7.4. Urbanización.— El crecimiento horizontal de la Ciudad de México lo ha sufrido la Sierra, principalmente sobre las carreteras pavimentadas que la cruzan, por facilitar su acceso. En la zona de estudio se tiene distintos tipos de asentamientos humanos, tales como fraccionamientos residenciales, poblados y rancherías. El Cuadro 1 reporta la información.

Cuadro 1. Tipos de asentamientos humanos.

POBLADOS PRINCIPALES	POBLADOS MENORES	RANCHERIAS O CASAS AISLADAS	OTROS
San Andrés	Magdalena Petlacalco	La Quinta	Caseta Forestal
Totoltepec	Sto. Tomás Ajusco	La Chinita	Estación La Cima
San Miguel Ajusco	Parres	El Sifón	Estación Ajusco
	Col. 1910	El Fraile	
		El Crucero	
		Tecoentitla	
		Montealegre	
		Chomulco	
		Ecuamil	
		Coamino	
		Horno Viejo	
		San Jorge	

Se cuenta con servicios de agua, luz, teléfono, telégrafo y otros, irregularmente repartidos; las vías de acceso más importantes son la autopista México-Cuernavaca, la carretera federal México-Cuernavaca, y la carretera al Ajusco. A su vez, las tres tienen desviaciones pavimentadas y de terracería que permiten transportarse a otros puntos; de hecho el terreno está prácticamente invadida por brechas.

Se estima un 7% de cobertura del área por este factor.

II.7.5. Otros.- En virtud de la gran abundancia y la igual cobertura de pastos, el suelo no parece acusar erosión. Además, el continuo aporte de hojarasca contribuye a protegerlo aún más y por más tiempo, debido a la lenta descomposición de este material, partiendo del efecto que la humedad y/o la temperatura pueden tener sobre la velocidad del proceso, al actuar como factores limitantes (Martínez Y., 1982). Por lo mismo, se supone que el reciclaje natural de nutrientes debe ser más bien lento, especialmente si se le compara con el atribuido a la agricultura tecnificada (Odum, 1972).

Los signos de erosión detectados se localizan a la orilla de caminos de brecha; se manifiestan con un deslave del material vegetal, y una dureza que provoca polvo al golpear el suelo. Se trata de erosión de tipo laminar, probablemente debida a factores gravitacionales o eólicos. Sin embargo, son casos aislados que en conjunto pueden sumar un 3%.

En contraste con las estimaciones anteriores, la SOP (1976) estimó una configuración del uso del suelo con los siguientes porcentajes:

Agricultura	= 21%
Arbolado	= 55%
Pastos	= 10%
Rocas y arenas	= 6%
Zonas urbanas	= 2%

Cabe destacar que la carta empleada en esta apreciación es la misma que en el presente estudio.

III. METODOS.

III.1. Estudios cuantitativos de la vegetación forestal, como antecedente metodológico del presente estudio.

La siguiente revisión se hizo con el propósito de: 1º) Ubicar dentro de este contexto al estudio actual, destacándose aquellos trabajos que, con diferentes objetivos, han manejado el análisis cuantitativo como método para conocer los ecosistemas forestales (sean de zonas áridas, tropicales o templado-fríos); y 2º) Dar un marco de referencia de los diversos enfoques metodológicos que constituyen el punto de partida para el diseño de la metodología que se empleó en el presente estudio.

Para zonas áridas, se puede mencionar la tesis de Rageb (1985) que abordó mediante un enfoque autoecológico al *Cephalocereus senilis* en la Barranca de Meztitlán, Hgo.; establece relaciones ecológicas y fitosociológicas de la especie.

Para el trópico húmedo, es importante recordar los inventarios de la Comisión de Dioscóreas, en particular el estudio sinecológico de Sarukhán (1968). En lo relativo a estudios florístico-estructurales, se puede nombrar a Martínez Ramos (1980) y a Carabias (1985) para la Estación de Biología Tropical de "Los Tuxtlas", Ver.

Para zonas templado-frías, el antiguo Instituto Nacional de Investigaciones Forestales realizó estudios relativos a la estructura forestal y relaciones fitosociológicas, desde hace algunos años; se trabajaron la Sierra Nevada, el Nevado de Toluca, el Eje Neovolcánico y la Sierra Tarasca. Desgraciadamente son documentos inéditos.

Obieta y Sarukhán (1981) estudiaron la composición estructural de la vegetación herbácea de un bosque de *Pinus hartwegii* en Zoquiapan, Pue. A través de un enfoque cuantitativo, caracterizaron el estado que guarda la flora del ecosistema.

En relación al análisis dasométrico y edafológico, Orantes y Musalem (1982) determinaron la calidad de estación del *Pinus hartwegii*, también en Zoquiapan.

III.2. Unidades Ecológicas.

La región se caracterizó desde el punto de vista fisiográfico, basándose en datos geológicos, edafológicos y de vegetación. (DETENAL, 1976).

Mediante la técnica de sobreposición de mapas, se delimitó la extensión de diversos ecosistemas a nivel cartográfico, lo cual ayudó a distinguir el grado de heterogeneidad de la región, y la proporción de las distintas formas de uso del suelo (Godrón, 1982; Vela y Boyás, 1984).

De la carta base resultaron 112 unidades ecológicas. El área de estudio comprende sólo 41, siendo las más extensas:

B-P-1 = Basalto con pino sobre litosol

Igei-P-T = Ignea extrusiva intermedia con pino sobre andosol.

El área agrícola abarca más de dos unidades ecológicas e incluye diferentes tipos de suelo [Apéndice 1].

El territorio así definido permitió diseñar el tipo de muestreo más conveniente.

III.3. Tipo de Muestreo.

A partir de la heterogeneidad manifiesta de la zona, se decidió levantar un muestreo estratificado aleatorio (Cochran, 1953), en el que los estratos están representados por las unidades ecológicas, y los sitios de muestreo se distribuyeron en forma proporcional a la extensión de las unidades, quedando la mayor parte sobre los pinares, que es la vegetación dominante.

III.4. Tamaño de Muestra.

Se tomaron dos criterios para determinar el tamaño de muestra: 1) Densidad de arbolado, y 2) Número de especies por sitio. Se siguió la técnica de medias acumuladas o "running mean" (Grieg-Smith, 1983). Se registró la información en 30 sitios de 1000 m² c/u -área tradicionalmente estimada como estándar para trabajos dasonómicos por el Inventario Nacional Forestal.

Los resultados se agrupan en el Cuadro 2 y en la Figura 3.

El tamaño de muestra encontrado correspondió a 20 sitios, a partir de lo cual se reduce la varianza, pues tiende a estabilizarse la densidad de arbolado y el número de especies por sitio.

III.5. La Toma de Datos.

Basándose en el mapa que contenía los sitios de muestreo marcados, se realizó el levantamiento, tomando referencias relativas a su localización y fisiografía: paraje, cercanía con asentamientos urbanos, alti-

Cuadro 2. Determinación del tamaño de muestra

SITIO	No. ARBOLES	Σ ARBOLES	\bar{X}	No. ESPECIES	Σ ESPECIES	\bar{X}
1	8			25		
2	14	22	11.00	24	49	24.50
3	12	34	11.33	18	67	22.53
4	13	47	11.75	25	92	23.00
5	14	61	12.20	19	111	22.20
6	15	76	12.66	21	132	22.00
7	35	111	15.85	42	174	24.85
8	37	148	18.50	38	212	26.50
9	23	171	19.00	35	247	27.44
10	21	192	19.20	23	270	27.00
11	14	206	18.72	26	296	26.90
12	45	251	20.91	22	318	26.50
13	23	274	21.07	30	348	26.76
14	20	294	21.00	25	373	26.64
15	18	312	20.80	17	390	26.00
16	20	332	20.75	11	401	25.06
17	17	349	20.52	23	424	24.94
18	40	389	21.61	33	457	25.38
19	48	437	23.00	17	474	24.94
20	25	462	23.10	25	499	24.95
21	29	491	23.38	21	520	24.76
22	11	502	22.81	27	547	24.86
23	22	524	22.78	27	574	24.95
24	14	538	22.41	27	601	25.04
25	13	551	22.04	34	635	25.40
26	17	568	21.84	17	652	25.07
27	16	584	21.62	20	672	24.88
28	42	626	22.35	30	702	25.07
29	18	644	22.20	42	744	25.65
30	34	678	22.60	32	777	25.90

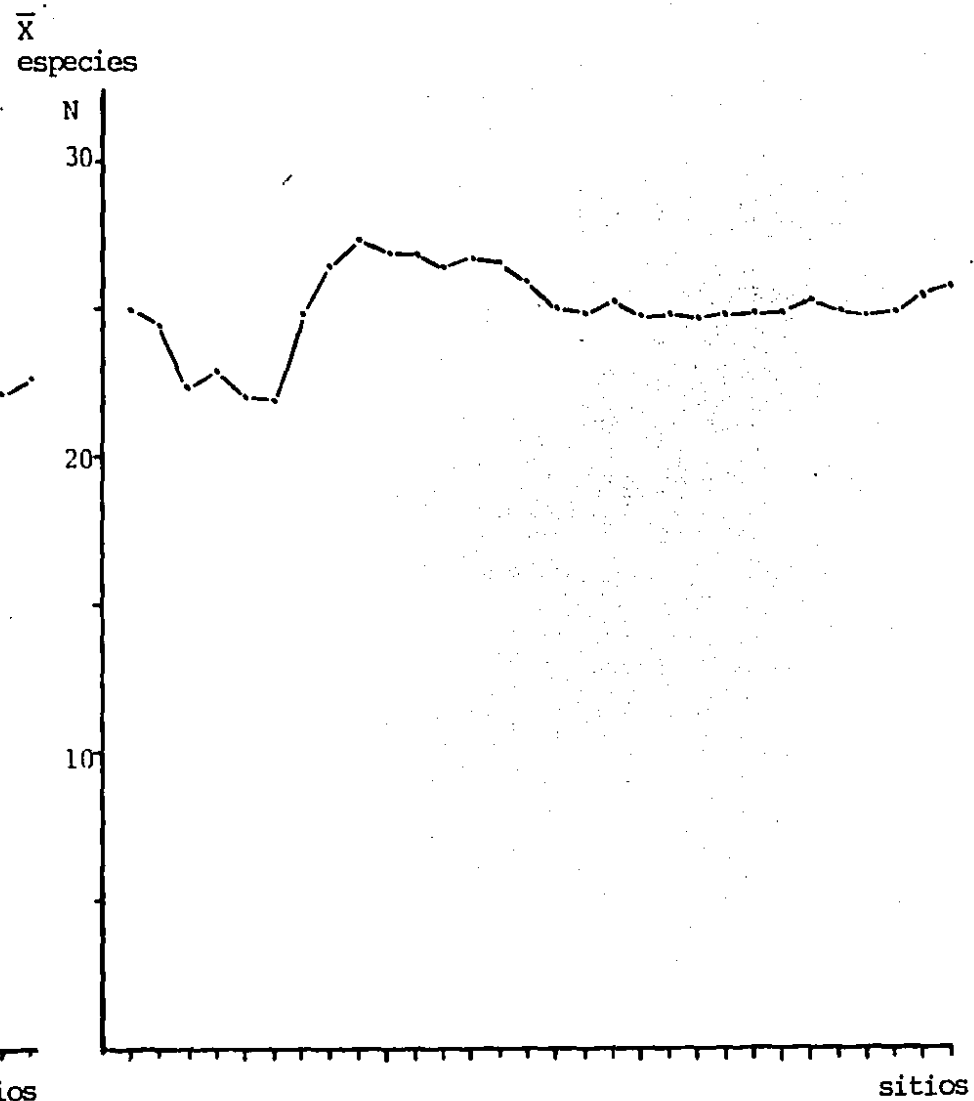
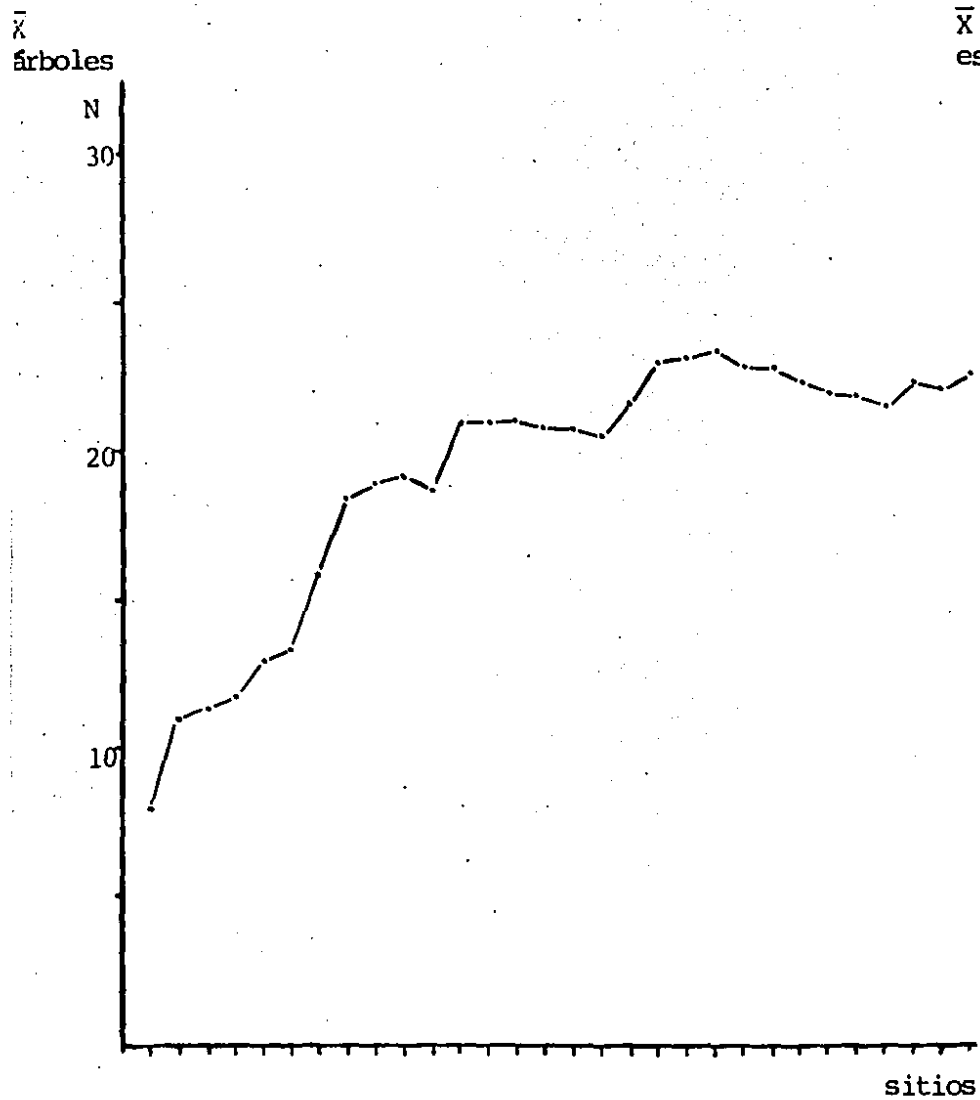


Figura 3. Tamaño de muestra

tud, pendiente, exposición, microrrelieve, presencia y grado de erosión, presencia de factores de disturbio, y alguna observación adicional.

La información colectada en campo fue de cinco tipos:

- 1) Ubicación
- 2) Ecología general
- 3) Flora
- 4) Dasometría
- 5) Edafología

Se construyeron fichas de toma de datos [Apéndice 2] sobre el método de Madrigal (1976).

En virtud del tipo de dato relativo a los primeros dos incisos, solamente se describirá a continuación, a los últimos tres.

III.5.1. Datos florísticos del sotobosque.- La ficha 2 [Apéndice 2] sirvió de base para registrar esta información.

El método empleado fue el de intercepción de puntos (Lamy & Maden, 1933, *in* Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974), debido a que se recomienda para la evaluación de herbáceas, y pastos principalmente, en su cobertura (Poissonet & Poissonet, 1969, *in* *Ibid.*). Para tal efecto, se construyó un bastidor de madera de 1.10 x 0.80 m. con doble hilera de perforaciones (10 en c/nivel), de acuerdo con el modelo del "marco de frecuencia de puntos" de Mueller-Dombois & Ellenberg (*op.cit.*).

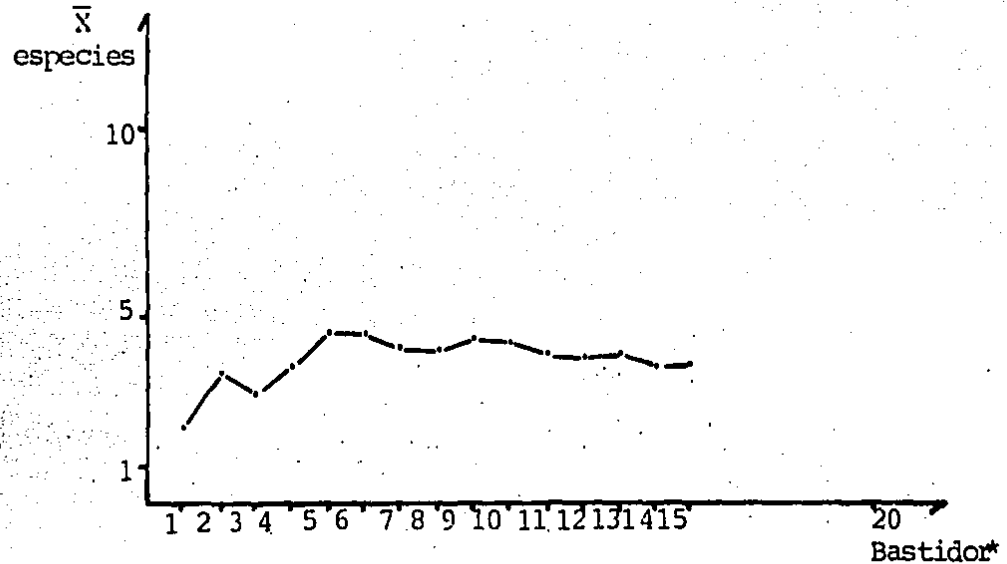
En el sitio se levantaron 10 muestras con esta técnica, determinándose en cada punto la o las especies que el metal tocaba. Para calcular el número de muestras tomadas con el bastidor se siguió el método de medias acumuladas, al igual que en el cálculo del tamaño de muestra. La información con sus figuras respectivas corresponden a la No. 4. Es notable la poca densidad, y la baja variabilidad; al establecer en 10 aplicaciones del bastidor, la muestra resultó satisfactoria.

Con el uso del bastidor, así mismo, se calculó la proporción de hojarasca, roca y otros materiales.

III.5.2. Datos dasométricos.- Se obtuvieron con base en el método de Madrigal (1976, *op.cit.*). Los caracteres considerados fueron los siguientes:

Localidad 1: Bosque de *Pinus hartwegii*

B* No.	Punto No.	Sp. f	Sp. \bar{X}
1	10	2	
2	20	5	3.5
3	30	2	3.0
4	40	6	3.75
5	50	8	4.6
6	60	4	4.5
7	70	3	4.28
8	80	4	4.25
9	90	6	4.44
10	100	3	4.3
11	110	2	4.09
12	120	2	3.91
13	130	5	4.00
14	140	1	3.7
15	150	3	3.7

Localidad 2: Bosque de *Pinus hartwegii*

B* No.	Punto No.	Sp. f	Sp. \bar{X}
1	10	5	
2	20	3	4
3	30	3	3.6
4	40	3	3.5
5	50	1	3.0
6	60	1	2.6
7	70	3	2.71
8	80	3	2.75
9	90	2	2.6
10	100	4	2.8
11	110	4	2.9

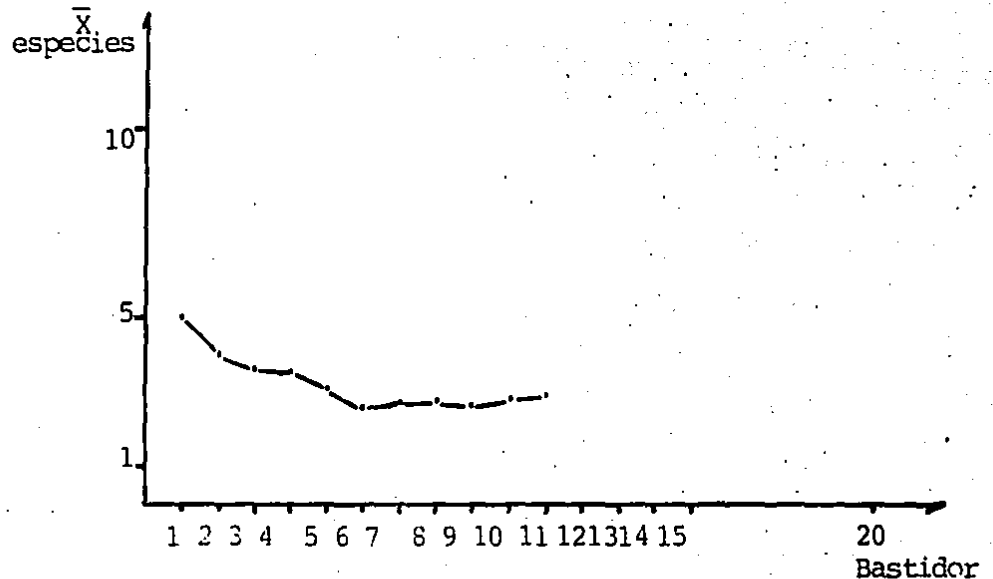
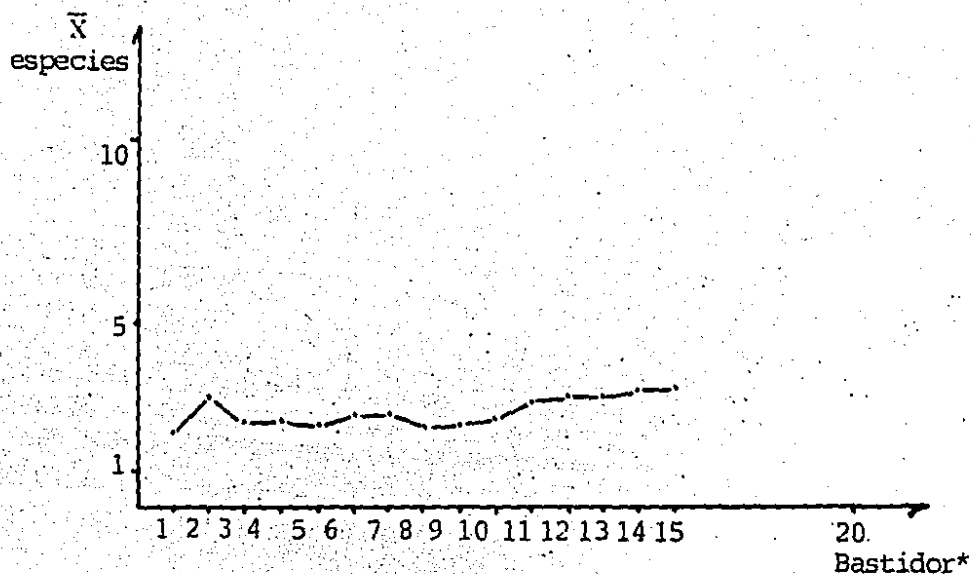


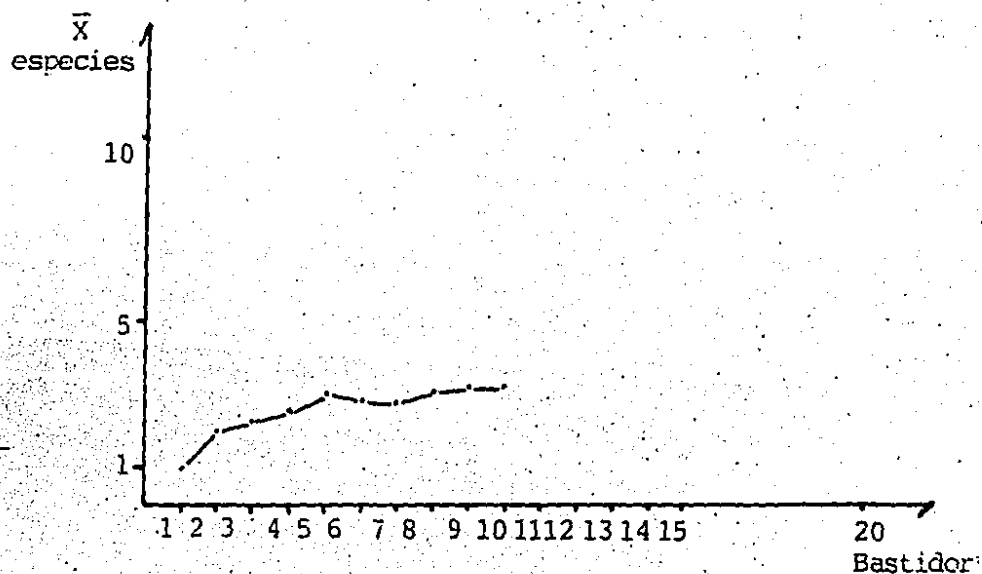
Figura 4. Cálculo del tamaño de muestra en el empleo del bastidor.

Localidad 3: Bosque de *Pinus hartwegii*

B* No.	Punto No.	Sp. f	Sp. X
1	10	2	
2	20	4	3
3	30	1	2.3
4	40	2	2.25
5	50	2	2.2
6	60	2	2.5
7	70	2	2.5
8	80	3	2.2
9	90	2	2.2
10	100	4	2.4
11	110	8	2.9
12	120	5	3.0
13	130	4	3.1
14	140	5	3.2
15	150	3	3.2

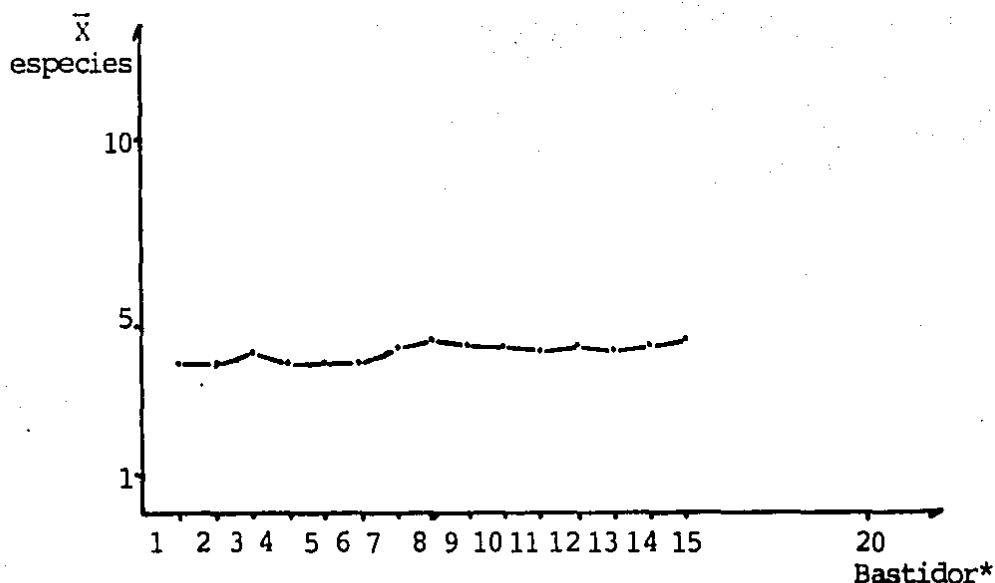
Localidad 4: Bosque de *Pinus hartwegii*

B* No.	Punto No.	Sp. f	Sp. X
1	10	1	
2	20	3	2
3	30	3	2.3
4	40	3	2.5
5	50	5	3.0
6	60	2	2.83
7	70	3	2.85
8	80	5	3.12
9	90	4	3.22
10	100	3	3.2

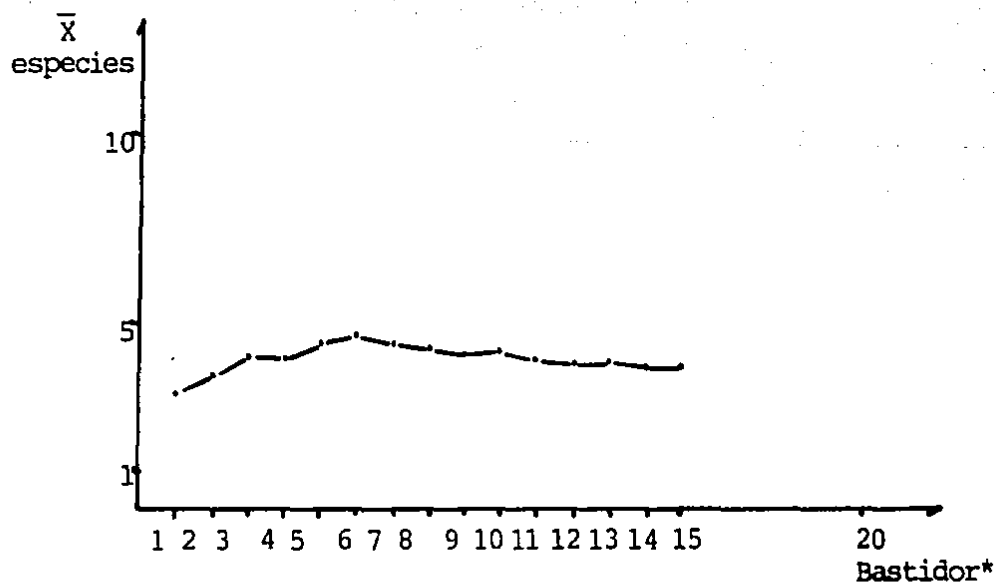


Localidad 5: Bosque de *Pinus hartwegii*-*Abies religiosa*

B* No.	Punto No.	Sp. f	Sp. \bar{X}
1	10	4	
2	20	4	4.0
3	30	5	4.3
4	40	3	4.0
5	50	4	4.0
6	60	4	4.0
7	70	5	4.4
8	80	6	4.6
9	90	3	4.4
10	100	4	4.4
11	110	4	4.3
12	120	5	4.4
13	130	4	4.3
14	140	6	4.4
15	150	5	4.5

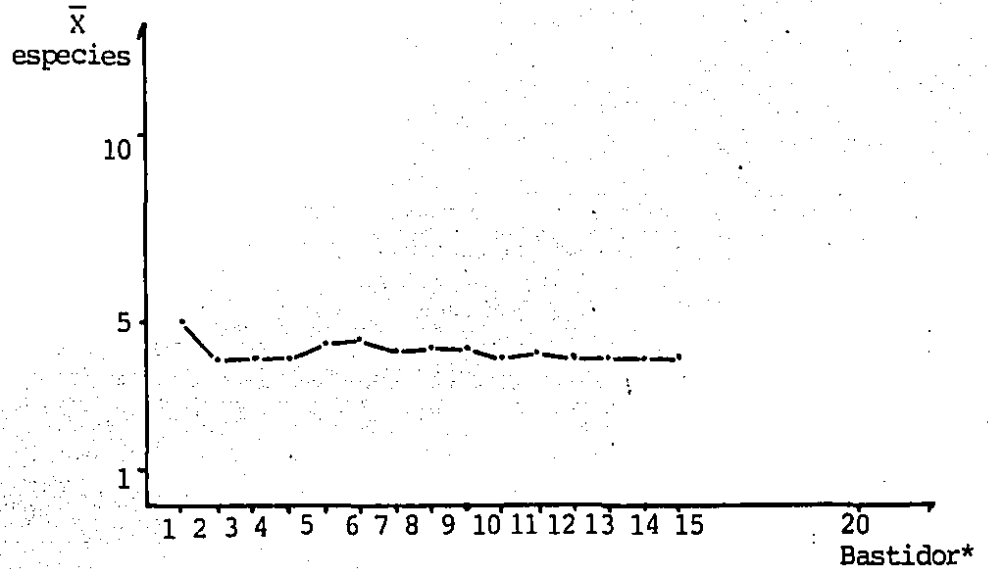
Localidad 6: Bosque de *Pinus hartwegii*-*Abies religiosa*

B* No.	Punto No.	Sp. f	Sp. \bar{X}
1	10	3	
2	20	4	3.5
3	30	5	4.0
4	40	4	4.0
5	50	6	4.4
6	60	5	4.6
7	70	3	4.4
8	80	4	4.3
9	90	3	4.2
10	100	4	4.2
11	110	3	4.0
12	120	2	3.9
13	130	3	3.9
14	140	4	3.8
15	150	3	3.8

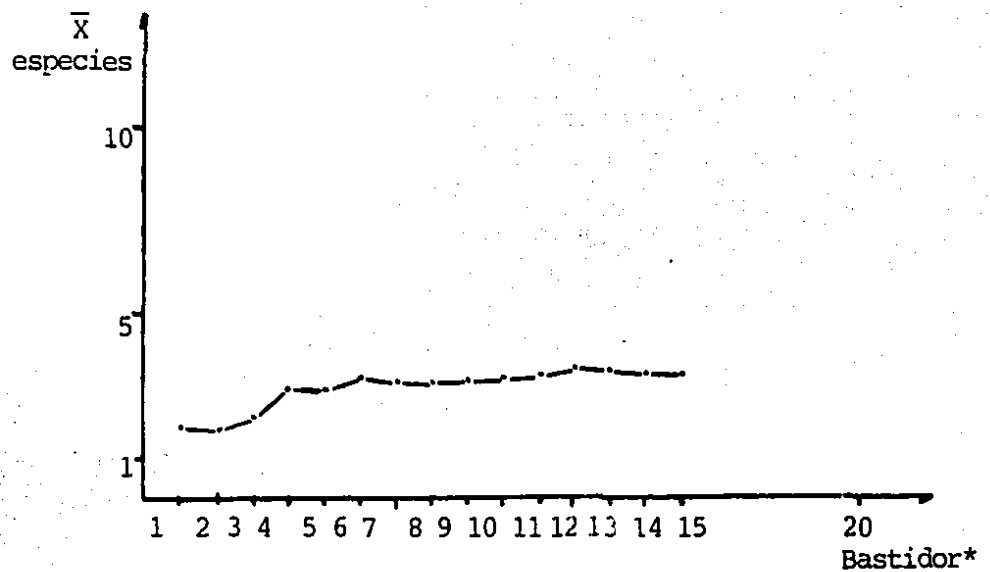


Localidad 7: Bosque de *Abies religiosa*

B* No.	Punto No.	Sp. f	Sp. X
1	10	5	
2	20	3	4.0
3	30	4	4.0
4	40	4	4.0
5	50	6	4.4
6	60	5	4.5
7	70	3	4.2
8	80	5	4.3
9	90	4	4.3
10	100	2	4.1
11	110	6	4.2
12	120	3	4.2
13	130	4	4.1
14	140	4	4.1
15	150	4	4.1

Localidad 8: Bosque de *Abies religiosa*

B* No.	Punto No.	Sp. f	Sp. X
1	10	2	
2	20	2	2.0
3	30	3	2.3
4	40	5	3.0
5	50	3	3.0
6	60	5	3.3
7	70	3	3.2
8	80	3	3.2
9	90	3	3.2
10	100	4	3.3
11	110	5	3.4
12	120	4	3.5
13	130	3	3.5
14	140	3	3.4
15	150	3	3.4



- a) D.A.P. o diámetro a la altura del pecho.
- b) Altura total, medida desde los 20 cm. sobre el nivel, atendiendo a la recomendación del Inventario Nacional Forestal.
- c) Grosor de la corteza, que es un dato de interpretación variable: defensa contra insectos, aprovechabilidad, etc.
- d) Fuste limpio, que es una medida tradicionalmente contemplada en dasometría para el cálculo de volúmenes maderables.
- e) Profundidad de copa, que resulta de la diferencia entre la altura total del árbol y el fuste limpio.
- f) Cobertura, que se calcula midiendo dos radios de la copa, tomados en disposición diamétrica; se suman los valores y se promedian. A dicho valor, a su vez, se le aplica la fórmula πr^2 , donde r es el valor calculado *in situ*.
- g) Edad, que se calculó por el conteo de anillos de crecimiento de las virutas obtenidas con el taladro de Presler. Se midió del 50 al 75% del arbolado total por sitio, extrapolándose los valores cuando los árboles reunían datos dasométricos semejantes.

A estos datos se agregó el de la posición física de cada árbol en el lugar, para lo cual se diseñó una ficha que reproducía al sitio mismo [Apéndice 2].

III.5.3. Datos edafológicos.- De cada sitio se tomó un perfil de suelo, de un punto escogido arbitrariamente. Se excavaba un pozo de 0.60 x 0.60 x 1.00 m., se determinaban los límites de cada horizonte, y se tomaba una muestra de un kilo, aproximadamente. Cada una de ellas se identificó claramente para evitar confusiones durante su manejo en el laboratorio.

IV. RESULTADOS

Los datos de campo generaron información en los siguientes aspectos:

- Condiciones ecológicas generales de los sitios de muestreo.
- Densidad de arbolado
- Flora
- Dascimetría
- Edafología
- Factores de disturbio

IV.1. Condiciones Ecológicas Generales de los Sitios de Muestreo.

IV.1.1. Microrrelieve.- Los 20 sitios de la muestra se extienden sobre terrenos planos, ondulados o accidentados*, en la siguiente proporción:

Plano = 6 Ondulado = 11 Accidentado = 3

IV.1.2. Condiciones hídricas*.- La condición de "húmedo" y "muy húmedo" son las características de la región, siendo propio de pinares el primero y de oyametales el segundo.

IV.1.3. Topografía.- Se distribuyó el muestreo en laderas de diferente pendiente, y en valles y planicies [Apéndice 3].

IV.1.4. Exposición.- Quedaron representados todos los puntos en forma regular:

N = 1 NE = 3 NW = 2 S = 3 SE = 3 SW = 2
E = 3 W = 3

IV.1.5. Altitud.- El ámbito altitudinal comprende de los 3100 a los 3959 m.s.n.m. promedio, sobre los 3200. Esta cota limita la presencia de las especies forestales, destacando *Pinus hartwegii*.

IV.1.6. Pendiente.- La variación abarca del 5 al 35%, con distribución regular [Apéndice 3].

IV.1.7. Hojarasca.- La profundidad de la hojarasca fue variable, en un intervalo entre los 0.5 y los 6.0 cm. Su composición depende de los elementos dominantes de la comunidad, pudiendo ser pura, si se trata de masas iguales de pino, o mixta, de acículas y latifoliadas. Cabe destacar que la época de muestreo fue en el tiempo de lluvias y el otoño, por lo que la contribución de latifoliadas fue importante.

* Esta evaluación es apreciativa.

IV.1.8. Tipo de roca.- Son rocas volcánicas y basaltos.

IV.1.9. Erosión.- No se registró, por las razones anteriormente descritas.

IV.1.10. Disturbio.- La perturbación es característica en la zona, variando su intensidad y manifestación. Los principales agentes de disturbio identificados fueron: el fuego (F), plagas (P), enfermedades (E), ganado (A) y actividades humanas (H).

Es importante señalar que estos factores no actúan aislados, sino de manera sinérgica. En el Apéndice 3 puede consultarse su distribución. Más adelante se presenta la relación de estos elementos con respecto al arbolado.

IV.2. Densidad del Arbolado.

Al investigar la probable causalidad del comportamiento de la curva del número de árboles por sitio, se exploró la posible correlación con las siguientes variables:

- Altitud
- Exposición
- Pendiente
- Urbanización
- Profundidad de suelo

La ALTITUD y la densidad de arbolado son independientes, como se aprecia en la Figura 5.

En cuanto a la EXPOSICION, la mayor densidad forestal se da en el NW, y continúan hacia el SW, S y SE, lo que señala alguna relación con el rumbo Sur; los sitios de exposición N, NE y E presentan las densidades más bajas de arbolado [Fig.6].

La PENDIENTE es significativamente mayor entre los valores del 5 al 10% en relación al arbolado, nula entre el 21 y el 25%, y en los demás porcentajes se comporta de manera semejante [Fig.6].

La URBANIZACION parece no ser determinante para la densidad forestal, pues al aplicar la prueba de t "student" el valor de las medias de los sitios cercanos y lejanos es de 22.7 y 24.4 árboles/sitio, respectivamente ($t=0.3970$; $p>0.05$) [Cuadro 3].

La PROFUNDIDAD DE SUELO y la densidad del arbolado son independientes,

N árboles

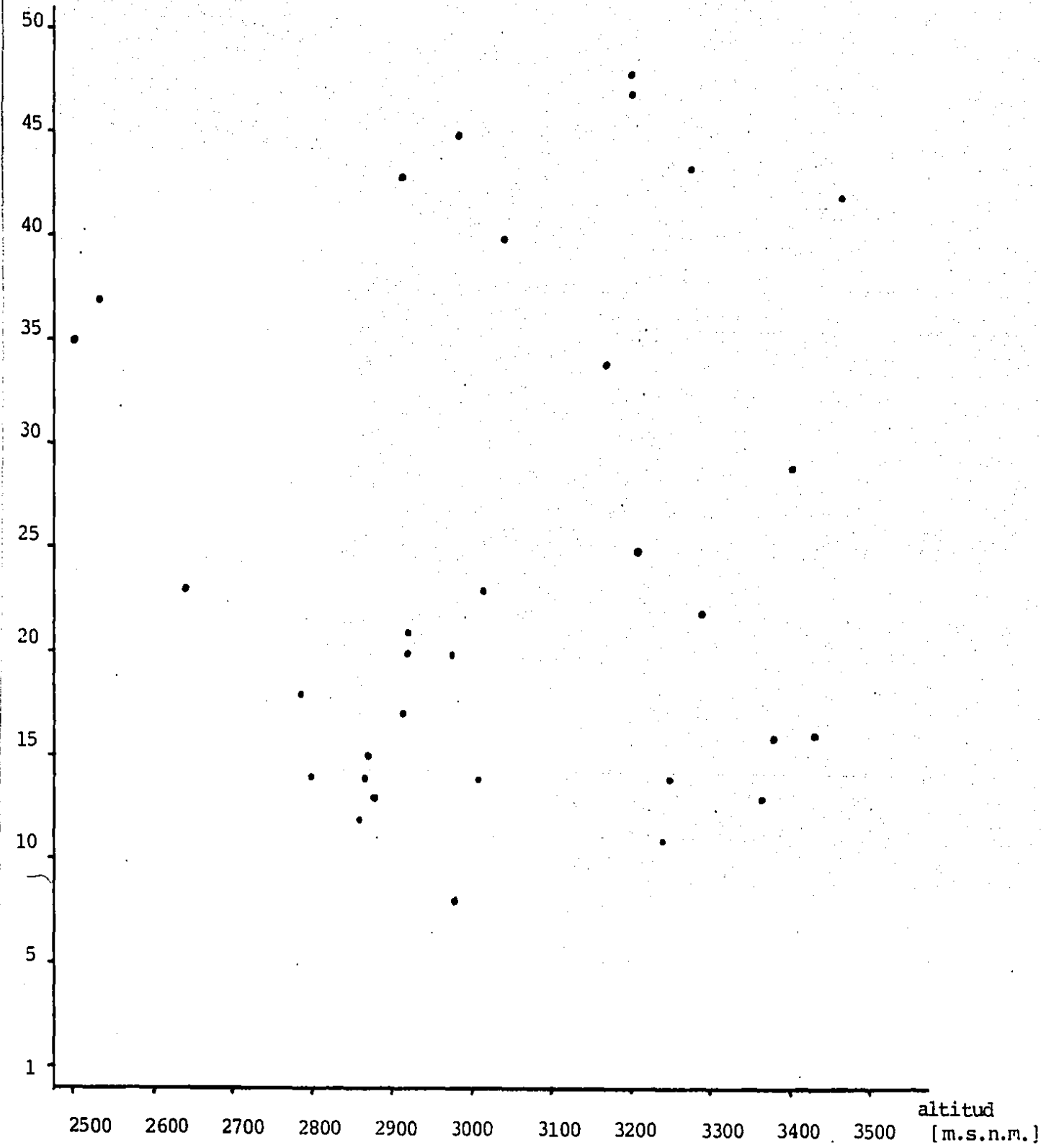


Figura 5: Relación ALTITUD/DENSIDAD DE ARBOLADO.

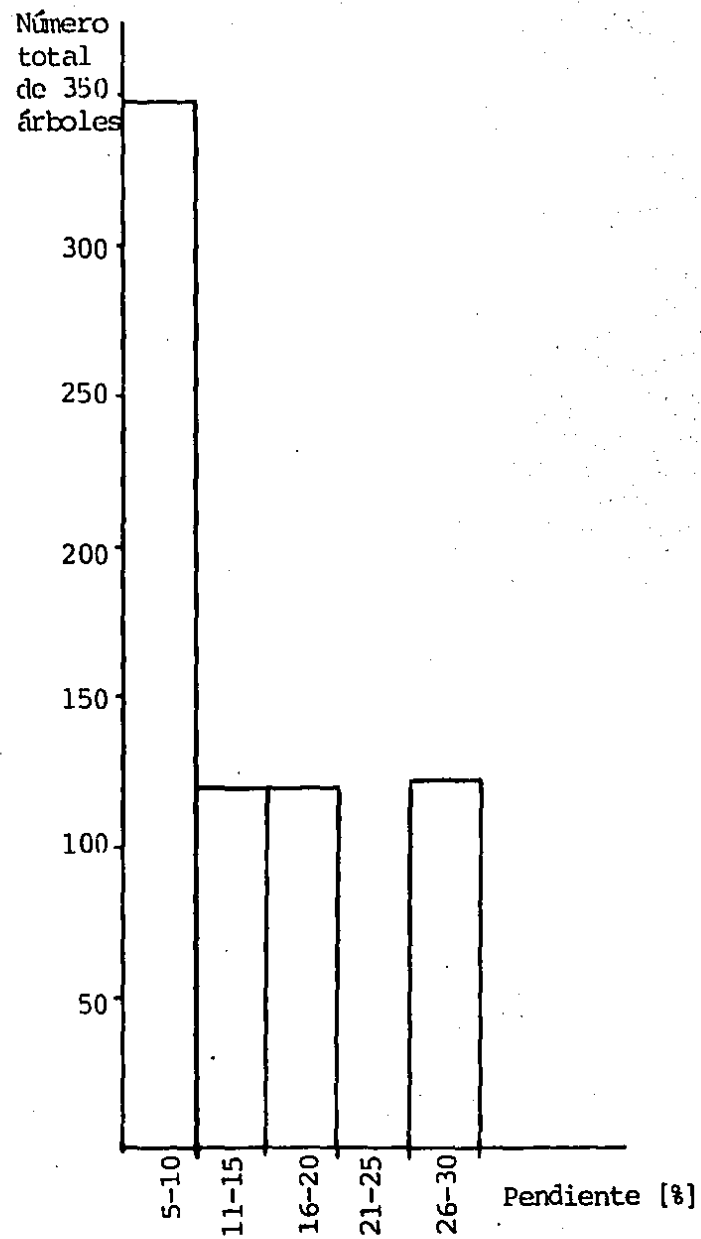
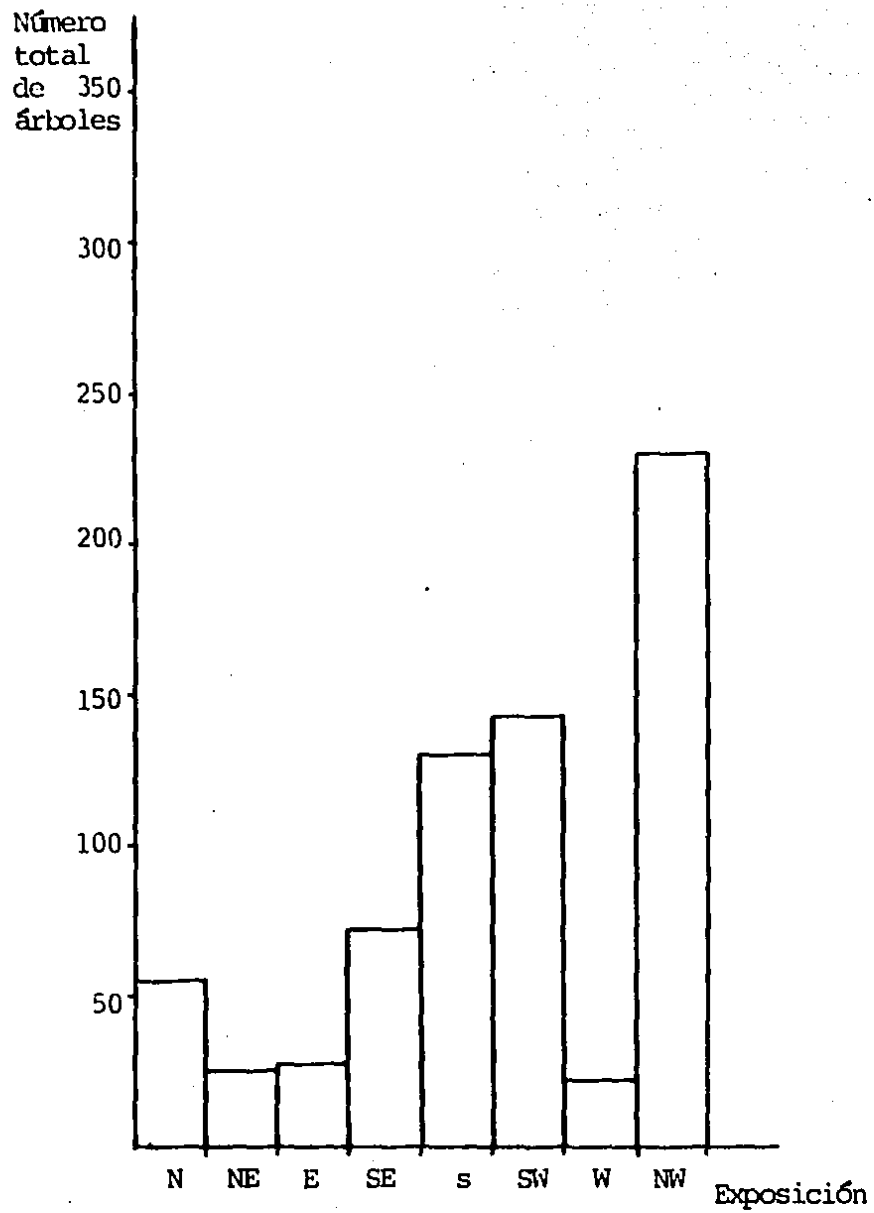


Figura 6. Relación del arbolado con variables ecológicas.

Cuadro 3. Datos de densidad forestal relacionados con otros factores.

URBANIZACION		PROFUNDIDAD DE SUELO		
CERCANA	LEJANA	SOMERO	MEDIO	PROFUNDO
< 10 Km	> 10 Km	30 cm	30-60 cm	> 60 cm
8	14	8	14	14
14	15	35	12	23
12	14	37	13	20
13	20	23	15	20
35	43	21	45	34
37	17	14	43	
23	40	11	17	
21	25	22	40	
23	29	13	25	
45	11	17	29	
20	22	16	14	
48	14	42		
18	13	18		
	17	48		
	16			
	42			
	34			
$\bar{X}=24.38$	$\bar{X}=22.70$	$\bar{X}=23.21$	$\bar{X}=24.27$	$\bar{X}=22.20$
$S=12.87$	$S=10.87$	$S=12.37$	$S=15.35$	$S=7.36$

al no encontrarse diferencia significativa al aplicar la prueba de análisis de varianza.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	C.M.	F
Entre profundidades	2	16.0277	8.01	1
Dentro de profundidades	27	3,885.3390	143.90	
TOTAL	29	3,801.3667		

IV.3. Flora.

La flora de la región es diversa y abundante; como la gran mayoría de los bosques de clima templado-frío, su estratificación es de 3 ó 4 niveles. Las dimensiones escogidas para cada uno fueron las siguientes:

I o estrato rasante 0.05-0.30 m.

II o estrato herbáceo < 0.30-0.50 m.

III o estrato arbustivo < 0.50-2.00 m.

IV o estrato arbóreo < 2 m.

Se colectó un total de 35 familias, con 140 especies [Fig.7]. Los mejores ejemplares se incorporaron a la colección del Herbario Nacional Forestal (INIF) [Apéndice 4]. El listado del Cuadro 4 ordena las especies florísticas por sitio, quedando fuera las forestales, que se ordenan en el Cuadro 5.

La mayoría de las especies son herbáceas, pues en conjunto forman el 80% del total de la muestra. De ellas, el 24.13% corresponden a los pastos. Dejando de lado a los árboles jóvenes, el estrato arbustivo representa el 11.42%. El menos importante es el arbóreo que representa el 8.57% del total.

Las especies dominantes son dos, *Festuca toluensis* y *Alchemilla procumbens*, que ocupan 16 ó 17 de los 20 sitios; se trata de una gramínea y una rosácea, respectivamente. La tendencia general de la mayoría de las especies es restringida, pues el 53.90% del total estuvo presente en 1 ó 2 sitios.

La familia mejor representada es la de las compuestas (Compositae), con 36 especies, que conforman el 25.71%; le siguen las gramíneas con 14

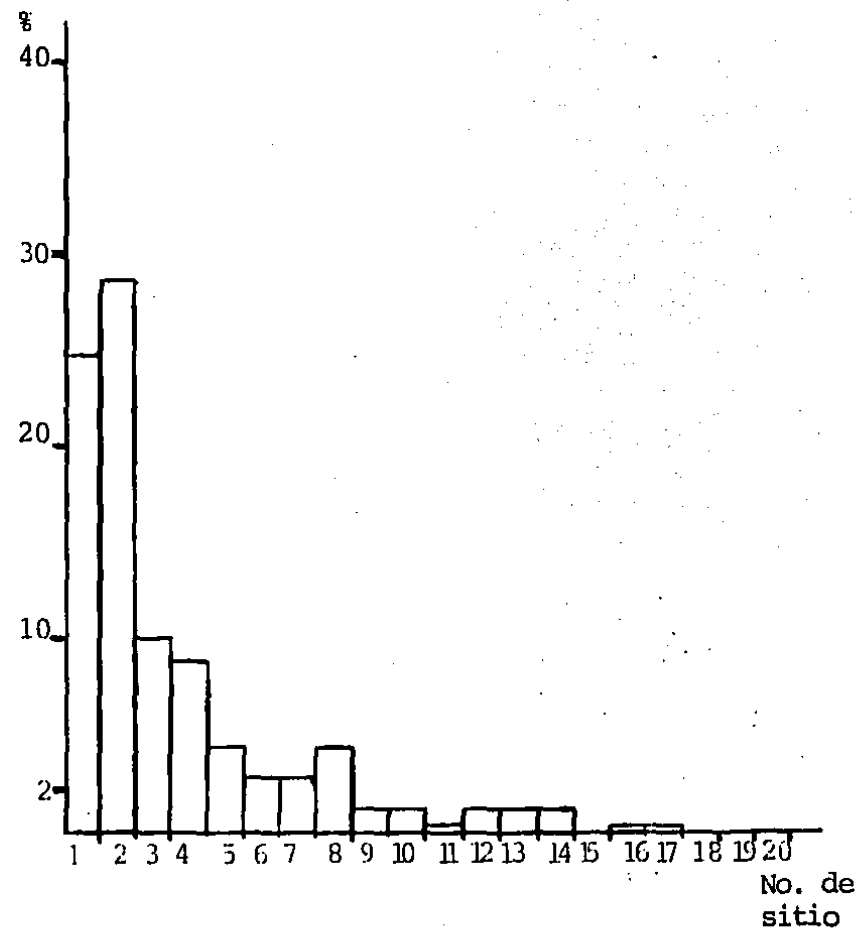
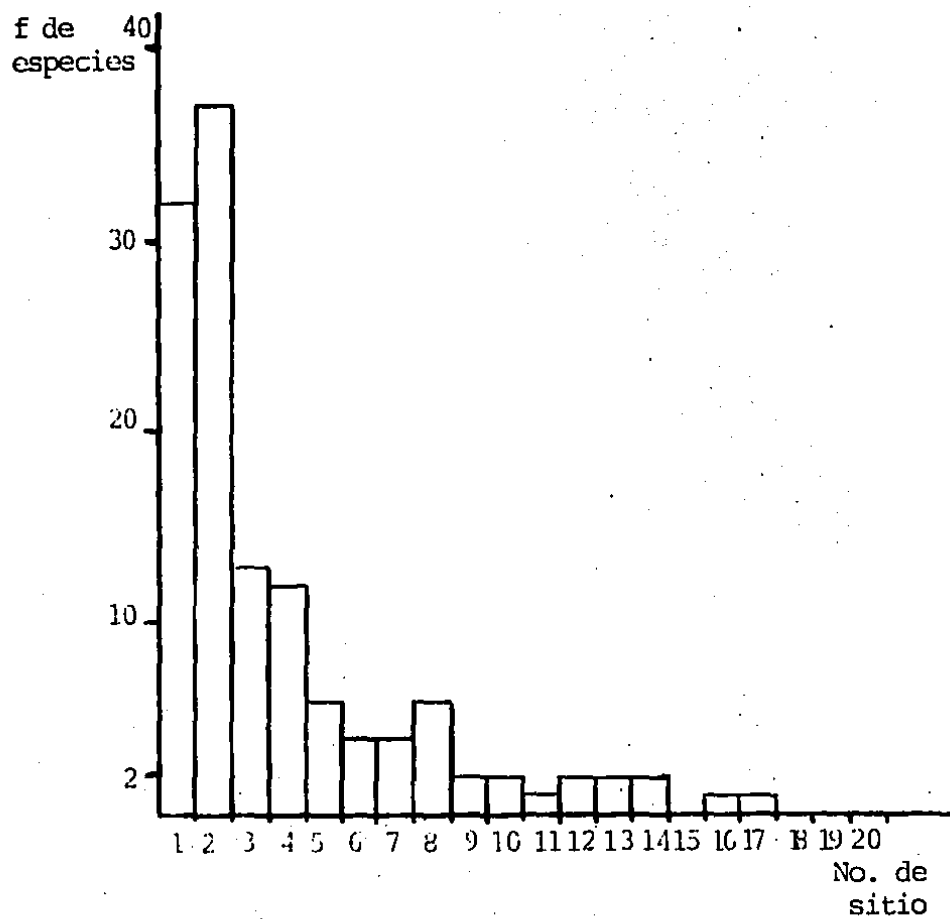


Figura 7 : Distribución de las especies por sitio.

Cuadro 5. Distribución de especies forestales por sitio.

No.	ESPECIES	S I T I O S																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	<i>Abies religiosa</i> (H.B.K.) Schl. et Cham.			x			x			x	x										x
2	<i>Alnus firmifolia</i> Fern.	x	x							x				x			x	x	x		
3	<i>Buddleia parviflora</i> H.B.K.	x																			x
4	<i>Pinus hartwegii</i> Lindl.				x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
5	<i>Pinus montezumae</i> Lamb.																				x
6	<i>Pinus patula</i> Schl. et Cham.																				x
7	<i>Pinus pseudostrobus</i> Lindl.	x	x																		
8	<i>Pinus radiata</i> D. Don.				x	x														x	x
9	<i>Pinus teocote</i> Schl. et Cham.																				x
10	<i>Quercus rugosa</i> Née.			x																	
11	<i>Ribes ciliatum</i> Humb. et Bonpl.									x											
12	<i>Salix paradoxa</i> H.B.K.										x				x						x

especies, que representan el 10%. El 12.86% lo integran 18 familias no específicas [Fig. 8]. La distribución por cobertura de los estratos se esquematiza en las figuras 9, 10 y 11.

Como se aprecia en las figuras enunciadas anteriormente, son pocas las especies con amplia representación proporcional de cobertura; así, por estrato son dominantes:

- I. *Alchemilla procumbens*
- II. *Festuca tolucensis* y *Piptochaetium fimbriatum*
- III. *Pinus radiata* y *Abies religiosa*

En relación a los otros componentes cuya cobertura también se evaluó mediante el empleo del bastidor, la hojarasca es la más significativa. A continuación se resumen los valores obtenidos:

COMPONENTE	PROPORCION [%]
Grava y/o piedra	0.10
Roca	1.75
Hojarasca	6.60
Material fino	4.10
TOTAL	12.55

IV.4. Dasometría.

El arbolado total que resultó del muestreo fue de 563 elementos, considerando como dimensión mínima los 15 cm. de D.A.P. Se identificaron 7 especies, pues las otras 5 aún cuando en su desarrollo adulto son árboles, en el presente estudio solamente se encontraron como arbustos.

Así, dentro del estrato IV la representación numérica de las poblaciones fue la siguiente:

Cuadro 6. Distribución de las especies forestales por abundancia.

ESPECIE	ABUNDANCIA	%	% ACUMULADO
<i>Pinus hartwegii</i>	333	59.15	
<i>Abies religiosa</i>	115	20.42	79.57
<i>Alnus firmifolia</i>	103	18.29	97.86
<i>Buddleia parviflora</i>	5	0.89	98.75
<i>Pinus montezumae</i>	3	0.53	99.28
<i>Pinus pseudostrobus</i>	2	0.36	99.64
<i>Pinus teocote</i>	2	0.36	100.00
TOTAL	563	100.00	100.00

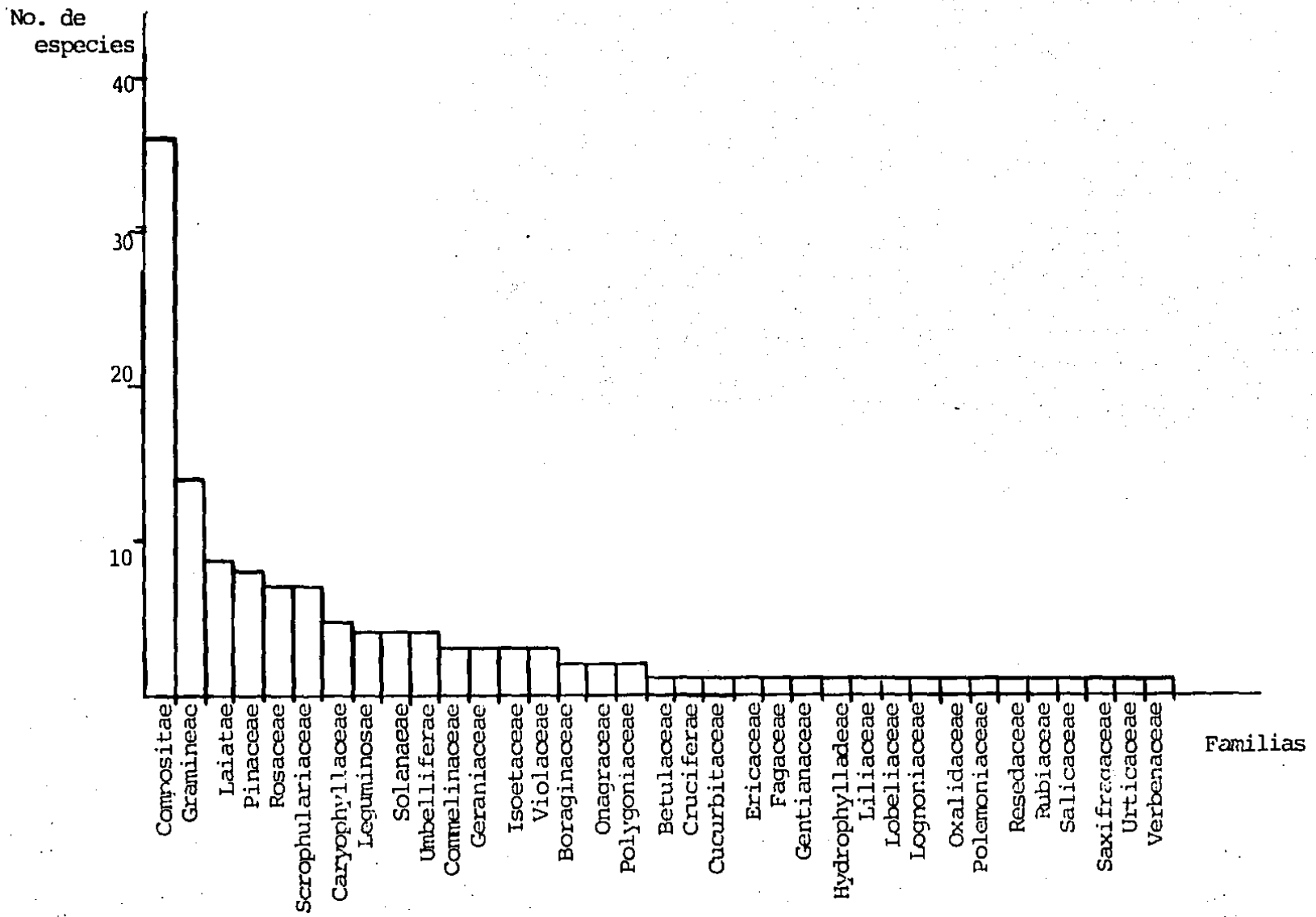


Figura 8 : Proporción de las familias vegetales por el número de especies.

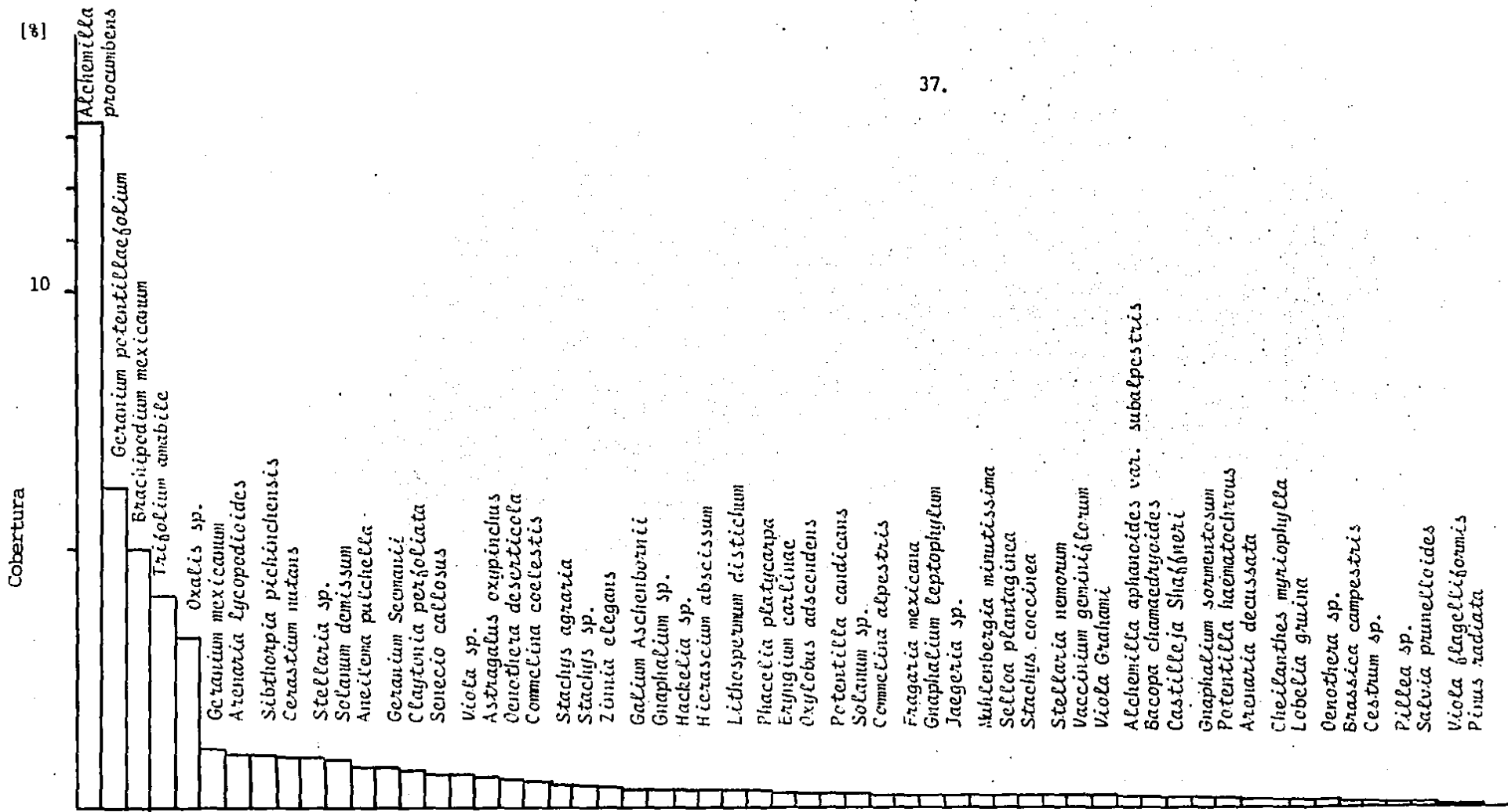


Figura 9.: Distribución de las especies del ESTRATO RASANTE por COBERTURA.

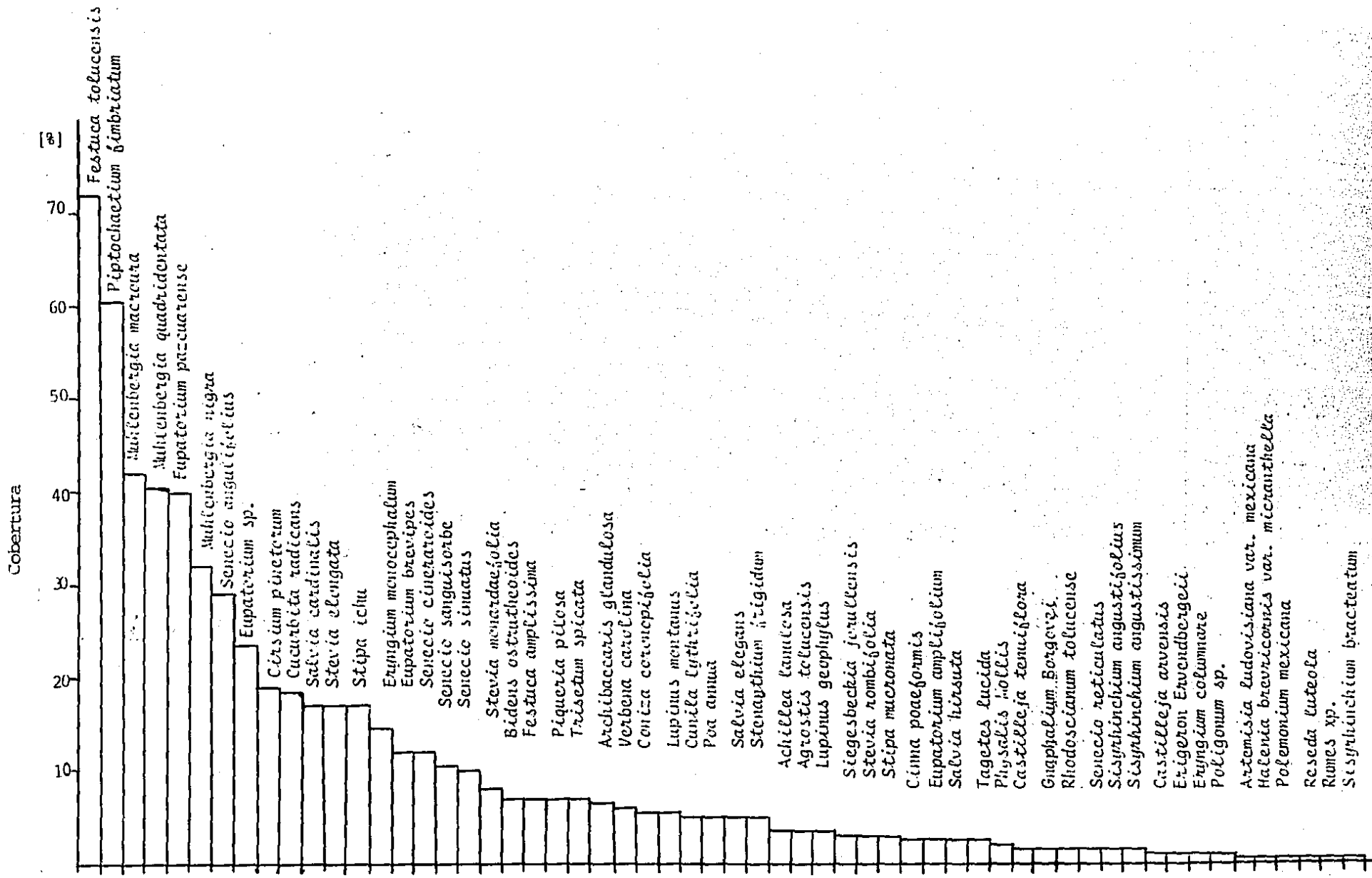


Figura 10. Distribución de las especies del ESTRATO HERBACEO por COBERTURA

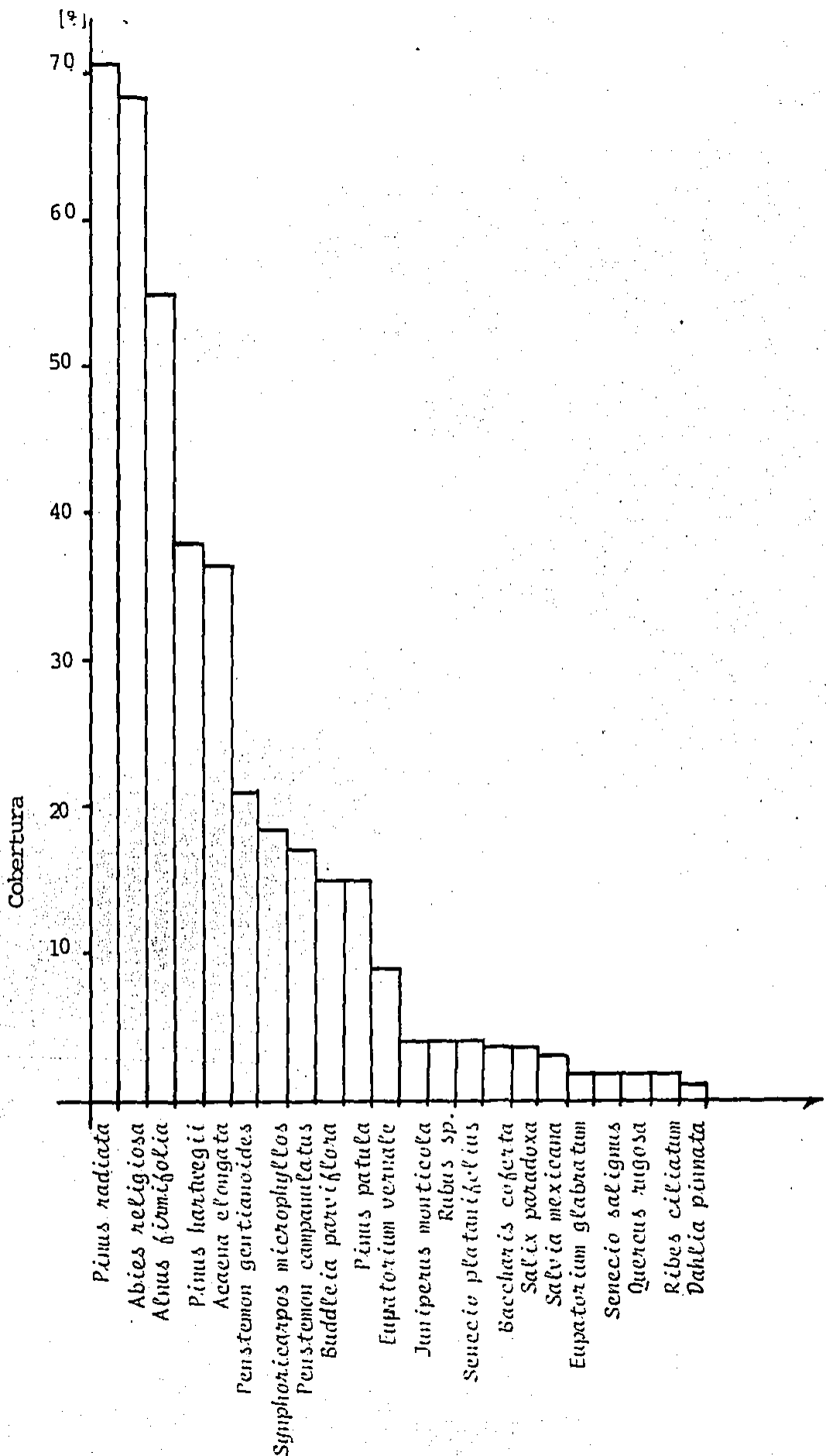


Figura 11 . Distribución de especies del ESTRATO ARBUSTIVO por COBERTURA

La distribución por cobertura de las especies es muy semejante al orden del Cuadro anterior [Fig.12].

La información dasométrica se ordenó en rangos de frecuencia, lo que generó histogramas, cuyos intervalos de clase se describen en el Cuadro 7. Por el gran número que resultarían de la representación de cada tipo de dato por especie, sólo se ejemplifica con la Figura 13.

En forma complementaria, se diseñó una comparación entre las alturas de las especies forestales; se aprecia en la Figura 14.

IV.4.1. Variación espacial en las características del arbolado.- Dentro del gran intervalo de valores de los D.A.P. de *Pinus hartwegii* se incluye a las demás especies; los valores máximos de las latifoliadas son semejantes, y su semejanza con las otras coníferas (*Pinus teocote* y *P. montezumae*) bien puede deberse a su bajo número a partir del intervalo altitudinal considerado en el estudio.

Para el grosor de la corteza, se da el mismo comportamiento de los datos que con el parámetro anterior para *Pinus hartwegii*.

Al agrupar los datos de cada intervalo de alturas por especie [Fig. 14], sobresale *Abies religiosa*, como se corrobora en campo a simple vista, ya que las dimensiones superiores a los 30 m. son frecuentes en esta especie. A partir del *Alnus firmifolia* debe tomarse con alguna reserva el lugar que ocupan las últimas tres coníferas, porque deben incluir elementos más bajos; pero nuevamente, el intervalo altitudinal fue limitante. En términos de estratificación, las latifoliadas ocupan niveles inferiores, las coníferas altos, y de éstas, el oyamel es el superior.

Para los fustes, el valor mínimo de *P. hartwegii* no es representativo de otras especies cuyo fuste limpio es aún menor de 1 m., como el oyamel y el aile.

En su límite superior, *P. hartwegii* no alcanza a representar las profundidades de copa de algunos ejemplares de *A. religiosa*. En el caso de *Alnus firmifolia* la copa es del 30 al 50% de la altura del árbol. Los enormes valores de *Pinus pseudostrobus* bien pueden derivarse de su destacada altura.

Con sus particulares excepciones en cada especie, los valores modales de la cobertura están entre los 3 y los 5 m.

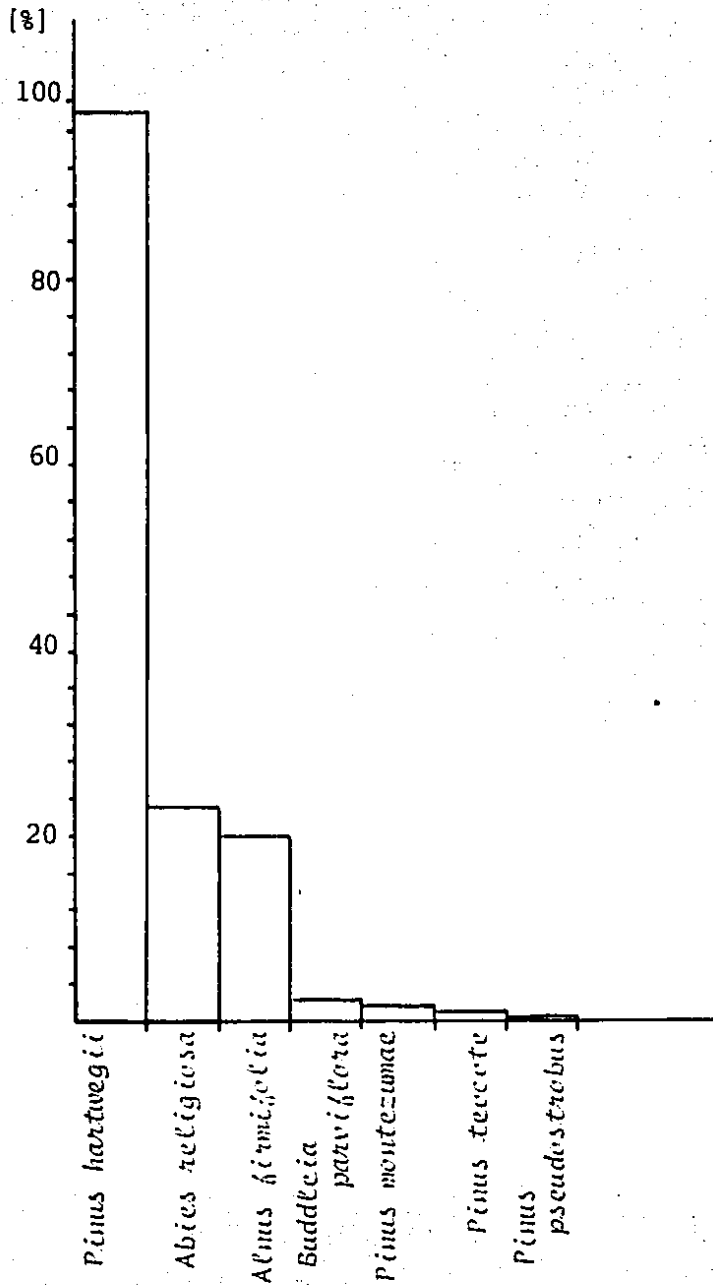


Figura 12. Distribución de las especies del ESTRATO ARBOREO por COBERTURA.

Cuadro 7: Valores de los histogramas de frecuencia de los caracteres dasométricos.

CARACTER ESPECIE	D.A.P. [cm]			G.C.* [cm]			ALTURA [m.]			FUSTE [m.]			COPA [m.]			COBERTURA [m ²]		
	Min.	Max.	I	Min.	Max.	I	Min.	Max.	I	Min.	Max.	I	Min.	Max.	I	Min.	Max.	I
<i>Pinus hartwegii</i>	6	100	7.23	0.5	5.0	0.35	5	36	2.38	1	29	2.15	1	22	1.61	0.75	8	0.55
<i>Abies religiosa</i>	6.5	92	8.55	0.5	3.0	0.25	5	30	3.30	0.5	28	2.75	1	29	2.80	1	15	1.40
<i>Alnus firmifolia</i>	8.0	50	4.20	0.5	2.0	0.15	5	25	2.00	0.75	10	0.92	2	18	1.60	0.75	7	0.62
<i>Buddleia parviflora</i>	18	44	8.66	0.5	1.0	0.16	6	18	4.0	2.0	6	1.33	4	12	2.66	3.5	7.5	1.33
<i>Pinus montezumae</i>	50	57	3.5	3.0	3.5	0.25	25	32	3.5	19	26	3.50	5	6	0.50	6.0	7.0	0.50
<i>Pinus teocote</i>	42	56	14.0	3.0	3.5	0.50	23	30	7.0	7	10	3.00	7	10	3.00	4.5	7.5	3.00
<i>Pinus pseudostrobus</i>	28	110	82.0	2.5	3.0	0.52	27	30	3.0	10	20	10.00	10	17	7.00	3.25	5.0	1.75

G.C.* = Grosor de la corteza

Min. = Límite mínimo

Max. = Límite máximo

I = Intervalo

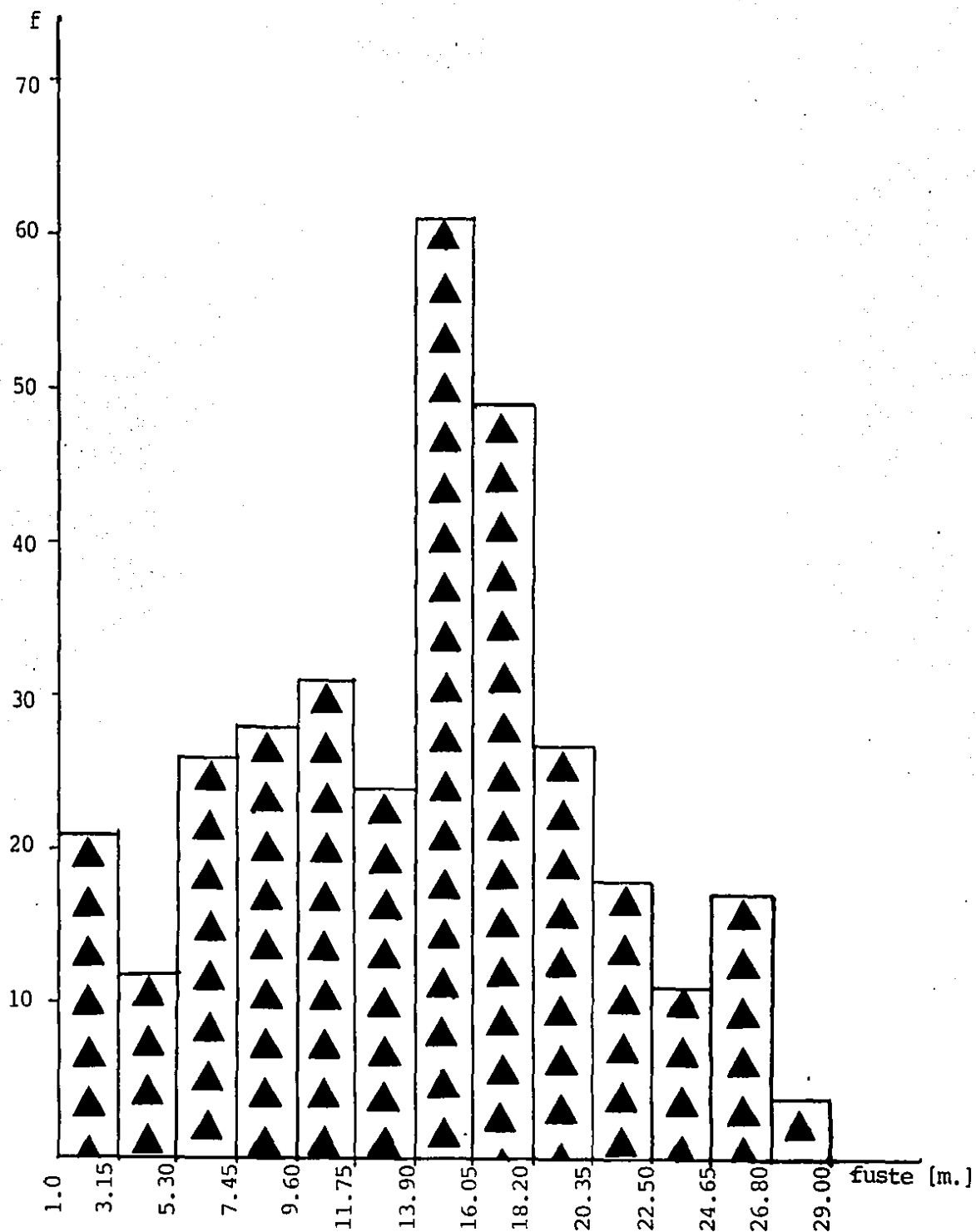


Figura 13: Distribución de la frecuencia de FUSTES en *Pinus hartwegii*.

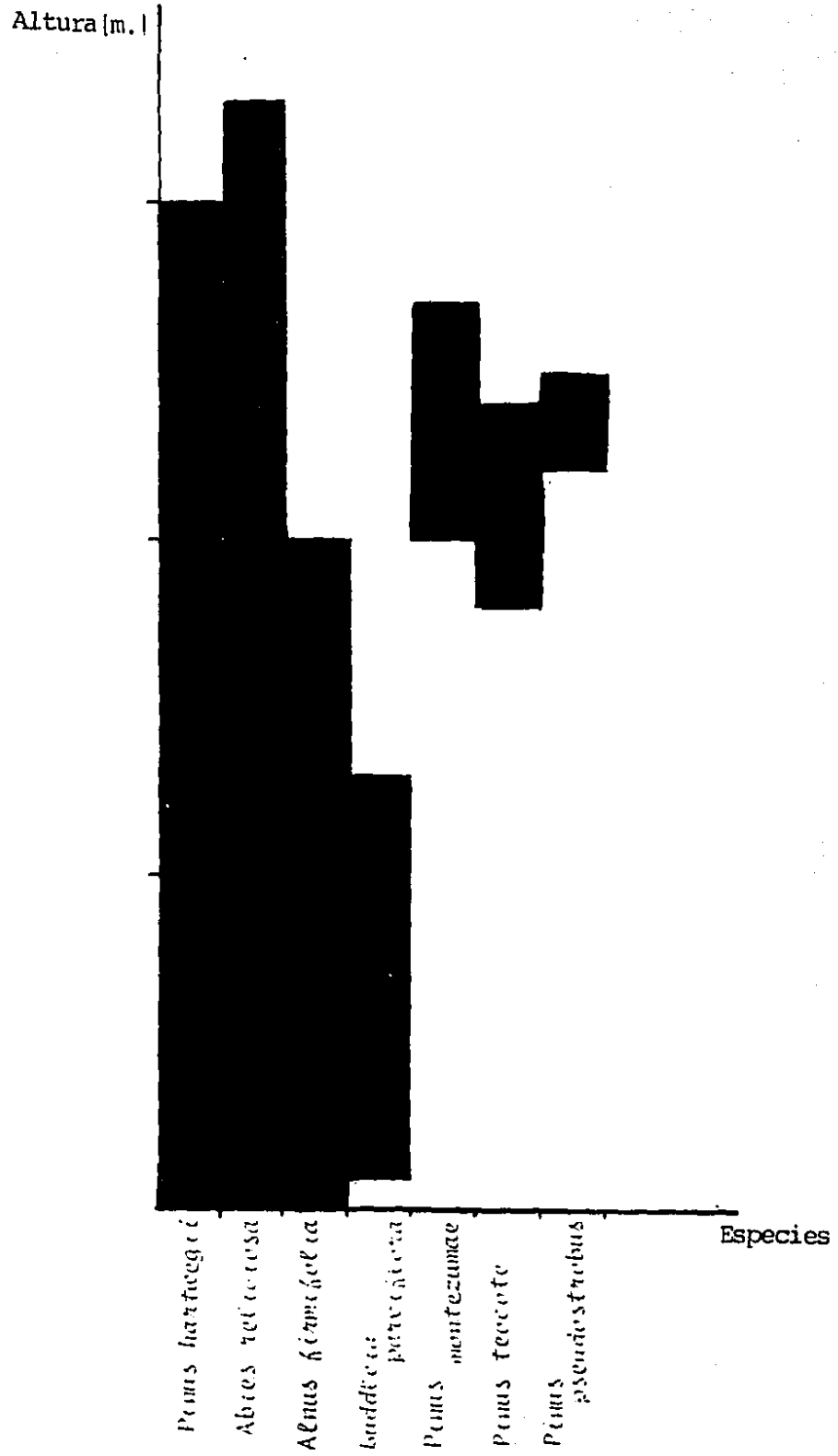


Figura 14. Alturas comparadas de las especies forestales.

IV.4.2. Distribución de edades.- El análisis de edades se basó en la cuantificación *in situ* de los anillos de crecimiento de prácticamente el total de árboles en pie de cada sitio estudiado; quedaron fuera de este análisis las latifoliadas.

Se agrupó por especie a los árboles de mayor abundancia, de lo que resultaron tres posibilidades:

1a. *Pinus hartwegii*; 2a. *Abies religiosa*; 3a. Resto de las coníferas, que por su bajo número no aportaron suficiente información. Cabe agregar que en este grupo se incluyeron ejemplares que por su ubicación estructural se consideraron arbustos.

Se establecieron 11 categorías de edad, con un intervalo de 10 años entre cada una. En el Cuadro 8 se ordena la información.

Cuadro 8. Edad de las coníferas.

CATEGORIA	AÑOS	No. de INDIVIDUOS/ESPECIE		
		<i>Pinus hartwegii</i>	<i>Abies religiosa</i>	Otras coníferas*
1	1-10	113	149	144
2	11-20	21	8	29
3	21-30	71	17	88
4	31-40	66	28	94
5	41-50	77	21	99
6	51-60	50	21	73
7	61-70	29	9	41
8	71-80	10	4	14
9	81-90	1	2	3
10	91-100	1	-	1
11	100	-	1	2
TOTAL		333	260	455

* *Pinus radiata*, *P. patula*, *P. montezumae*, *P. teocote* y *P. pseudostrobus*

La Figura 15 integra la información para todas las especies.

Como se puede advertir, las edades menos representadas son de los 90 años en adelante, es decir, los elementos seniles o sobremaduros. Es de notar, también, la marcada pobre representación de individuos en la categoría de 11 a 20 años, lo cual podría ser indicador de algún proceso de perturbación general en el arbolado, o simplemente, tratarse de elementos de mayor aprovechamiento forestal.

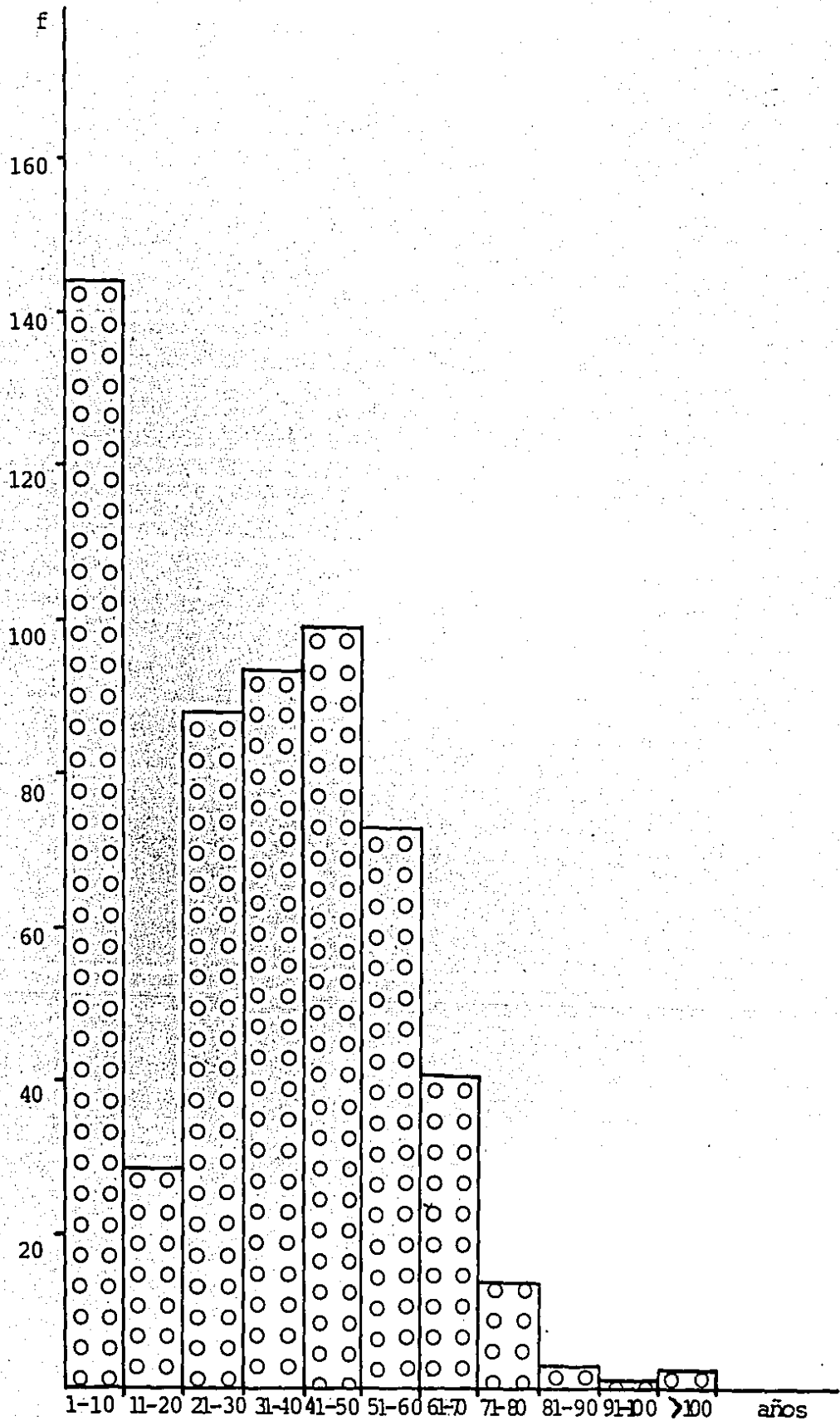


Figura 15: Distribución de EDADES en *Pinus hartwegii*, *Pinus montezumae*, *Pinus teocote*, *Pinus pseudostrobus*, *Pinus patula*, *Pinus radiata* y *Abies religiosa*.

IV.4.3. Relación D.A.P.-edad.- El D.A.P. se asocia con la madurez del arbolado. Dado que la competencia intraespecífica puede alterar esta situación, es importante conocer qué tan determinante es la edad en el crecimiento en grosor para la población forestal de las comunidades boscosas del área estudiada. Nuevamente, la población corresponde sólo a las coníferas, mismas que igual que en el caso anterior, se distribuyó en los 3 grupos mencionados:

El manejo estadístico de los datos fue el siguiente:

- 1º Determinación del coeficiente de correlación.
- 2º Diseño de la ecuación de regresión D.A.P.-edad, bajo el modelo $y = \alpha + \beta x$
- 3º Análisis de varianza de la regresión.
- 4º Comparación de datos observados y esperados
- 5º Diseño de figuras.

En el Cuadro 9 se reúnen los resultados.

Cuadro 9. Síntesis de análisis de la relación D.A.P.-edad.

ESPECIE	COEFICIENTE DE CORRELACION [r]	ECUACION DE REGRESION $y = \alpha + \beta x$	F
<i>Pinus hartwegii</i>	0.8832	$y_i = 8.1844 + (1.0177)x_i$	1,173.5462
<i>Abies religiosa</i>	0.8163	$y_i = 0.6030 + (0.7307)x_i$	225.6101
Σ coníferas	0.8665	$y_i = 9.8440 + (0.9859)x_i$	1,364.8165

Al comparar los datos observados con los esperados:

ESPECIE	x_i	y_i	\hat{y}_i
<i>Pinus hartwegii</i>	$\bar{x} = 32.4414$	$\bar{y} = 41.20$	41.2000
	25		33.6269
<i>Abies religiosa</i>	$\bar{x} = 42.7739$	$\bar{y} = 31.8739$	31.8752
	40		29.8310
Σ coníferas	$\bar{x} = 32.5846$	$\bar{y} = 41.9692$	41.9692
	35		44.2500

Como se puede advertir, mediante la comparación de los valores, el ajuste es satisfactorio en el sentido de que son muy cercanos a la lí-

nea de regresión. Para el ajuste del tercer grupo, la estrategia de agrupar los datos permitió confirmar la tendencia general del arbolado de una relación directa entre el diámetro y la edad [Fig. 16].

IV.4.4. Volumen maderable.— Con base en el criterio establecido por el Departamento de Dasonetría del ex-Inventario Nacional Forestal, se considera a un árbol "comercial" cuando su D.A.P \geq 15 cm.

De la muestra actual, bajo esta condición se tiene a 512 árboles, que corresponden al 92.54% del total, que por especie se reparten de la siguiente manera:

LATIFOLIADAS		CONIFERAS	
<i>Alnus firmifolia</i>	= 95	<i>Pinus hartwegii</i>	= 304
<i>Buddleia parviflora</i>	= 5	<i>Abies religiosa</i>	= 101
		<i>Pinus montezumae</i>	= 3
		<i>Pinus pseudostrobus</i>	= 2
		<i>Pinus teocote</i>	= 2

El volumen maderable de cada árbol se calcula con distintos modelos matemáticos, el más empleado de los cuales, por su bondad para el ajuste de los datos dasométricos, es el siguiente:

$$\ln(VT) = C_1 + C_2 \ln(DN) + C_3 \ln(AT) *$$

donde,

ln = Logaritmo natural

VT = Volumen total

C_1, C_2, C_3 = Coeficientes de regresión, de valor variable, según el grupo taxonómico y el lugar.

DN = Diámetro normal

AT = Altura total

De esta fórmula se derivan las tablas de volumen.

En el Cuadro 10 se reúnen los resultados del cálculo volumétrico.

* La fuente consultada (INF, 1974) reporta "log"; sin embargo, al ensayar con ese logaritmo, registró valores errados respecto a las tablas de volumen. Por comunicación personal con el Ing. R. Medina B., jefe del Departamento de Dasonetría de la D.G. Normatividad Forestal, puede tratarse de un error tipográfico.

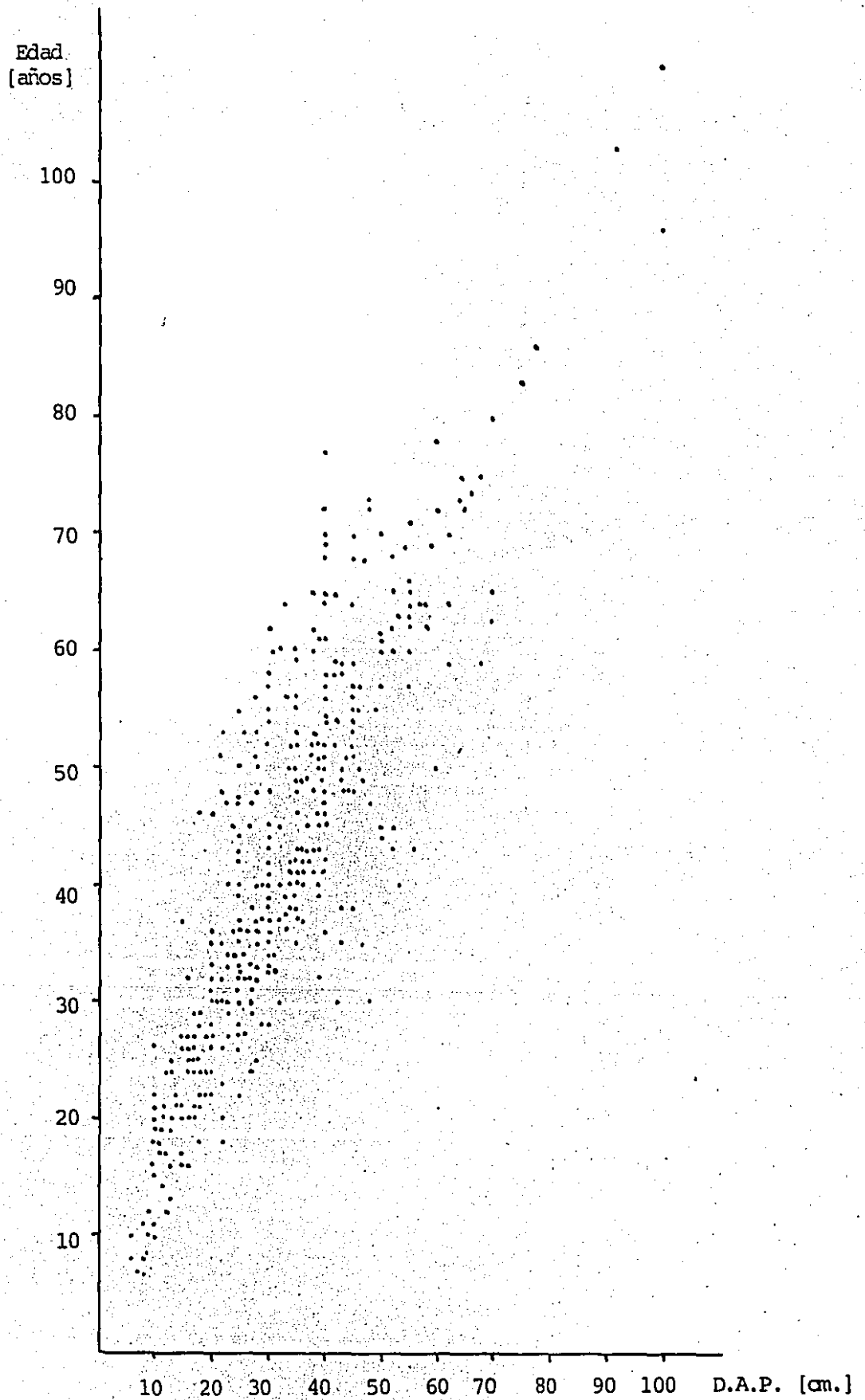


Figura 16: Relación D.A.P.-edad en *Pinus hartwegii*, *P. montezumae*, *P. teocote*, *P. pseudostrobus* y *Abies religiosa*.

Cuadro 10. Volúmenes maderables por especie y grupo forestal.
[Datos para el total de 20 sitios = 2 hás.]

ESPECIE	VOLUMEN TOTAL [m ³]	VOLUMEN COMERCIAL [m ³]
<i>Pinus hartwegii</i>	429.5017	426.9742
<i>Abies religiosa</i>	164.1657	162.9886
<i>Pinus montezumae</i>	11.3174	11.3174
<i>Pinus pseudostrobus</i>	10.9964	10.9964
<i>Pinus teocote</i>	3.0389	3.0389
TOTAL de coníferas	619.0201	615.3155
<i>Alnus firmifolia</i>	35.0792	34.4253
<i>Buddleia parviflora</i>	2.9164	2.9164
TOTAL de latifoliadas	37.9956	37.3417
TOTAL	657.0157	652.6572

Pinus hartwegii registra el máximo volumen; *P. pseudostrobus* y *P. montezumae* registran volúmenes mucho mayores que *P. teocote* seguramente por su gran talla. Respecto al tepozán (*Buddleia parviflora*) cabe recordar que el interés de su madera es estrictamente local.

Retomando la información anterior, se calculó el potencial volumétrico maderable de la zona:

Si el 40% del área total es bosque = 5880 hás.

Volumen total maderable = 1,931,626.15 m³

- Coníferas = 1,819,919.09 m³

- Latifoliadas = 111,717.06 m³

Volumen maderable comercial = 1,918,812.16 m³

- Coníferas = 1,809,027.66 m³

- Latifoliadas = 109,784.50 m³

Prácticamente en su totalidad, el volumen maderable de la zona reúne la calidad de comercial; sin embargo, se tiene conocimiento que los aprovechamientos forestales en el Distrito Federal están prohibidos, salvo para campañas de saneamiento.

IV.5. Edafología.

Se estudiaron 20 perfiles y un total de 50 muestras, que resultaron de los horizontes identificados. El análisis de pruebas físicas y químicas aportó los valores reunidos en el Cuadro 11. Con ellos se hicieron pruebas de correlación respecto a presencia de especie y volumen maderable, tomando como referencia al primer horizonte, en virtud de constituir el de mayor interés dado que en él se da la principal interacción con la capa vegetal, además de soportar, en buena medida, al sistema radicular del arbolado.

Los datos se ordenaron en 2 tablas de contingencia de doble entrada con el propósito de identificar las relaciones entre las características del suelo determinadas en laboratorio, y la presencia y el volumen de las especies forestales [Cuadros 12 y 13].

IV.5.1. Presencia de especie-suelo.-

TEXTURA.- Prácticamente la totalidad de las especies estuvieron sobre suelos de textura franco-arenoso; *Pinus hartwegii* que en 2 de 16 ocasiones registró textura franco es la excepción.

COLOR.- Para el estado seco es evidente que dentro de los "pardo oscuro" [1-3] se agrupa la mayoría de las especies. El bajo número de sitios para las 4 últimas clases de color ("pardo amarillento", "negro", "pardo olivo" y "pardo grisáceo muy oscuro") permitió organizar el análisis de la siguiente manera:

ESPECIE	1	2	3	Σ	N_i	TOTAL	P_i
<i>Pinus hartwegii</i>	5	2	7	14	16		0.8750
<i>Abies religiosa</i>	2	1	2	5	5		1.0000
<i>Alnus firmifolia</i>	2	1	3	6	7		0.8571
Otras	4	1	1	6	6		1.0000

P_i = probabilidad de aparición

$$\bar{p} = 0.9330$$

Al aplicar la prueba de χ^2 , resultó que:

$$\chi^2 = 2.2969 \quad [\text{n.s.}, p = 0.35]$$

- No se detectan tendencias especiales en la presencia de las plantas hacia algún tipo de color de suelo.

Para el estado húmedo el 68.75% de los sitios de *Pinus hartwegii* re-

Cuadro 11. Características físicas y químicas de los suelos.

No. DE SITIO	No. DE MUESTRA	PROFUNDIDAD [cm.]	TEXTURA AF F FA A	C O L O R						pH	MATERIA ORGANICA [%]	NITROGENO TOTAL [%]	RELACION C/N	CICL [meq/100 g]
				SECO			HUMEDO							
				Va lor	YR Y Ra zón		Va lor	YR Y Ra zón						
1	1	0-30	X	10	X	2/2	10	X	2/2	5.2	12.3	0.59	12.1	45.45
	2	30-60	X	10	X	4/4	10	X	3/3	5.3	8.7	0.36	14.0	34.74
	3	60-110	X	10	X	5/6	7.5	X	3/4	5.7	2.7	0.13	12.0	28.48
2	4	0-30	X	10	X	3/3	10	X	2/2	5.6	13.1	0.68	11.2	38.28
	5	30-70	X	10	X	3/3	10	X	2/2	5.9	7.8	0.43	10.5	34.04
	6	70-X	X	10	X	4/4	10	X	3/3	5.9	5.4	0.29	10.8	43.43
3	7	0-15	X	10	X	2/3	10	X	2/1	4.9	22.0	0.78	15.8	69.69
	8	15-30	X	10	X	4/3	10	X	2/1	5.5	8.3	0.27	17.8	28.18
	9	30-110	X	10	X	4/4	10	X	3/3	5.5	4.1	0.15	15.9	29.49
4	10	0-10	X	10	X	2/3	10	X	2/1	4.7	23.5	0.76	17.9	68.18
	11	10-X	X	10	X	4/4	10	X	3/3	5.7	6.7	0.24	16.2	28.28
5	12	0-25	X	10	X	3/3	10	X	2/2	5.4	7.8	0.37	12.2	29.29
	13	25-X	X	10	X	4/4	10	X	3/3	5.7	6.2	0.23	15.6	28.38
6	14	0-10	X	10	X	3/3	10	X	2/2	5.6	7.9	0.38	12.1	29.39
	15	10-40	X	2.5	X	4/3	2.5	X	3/3	5.8	4.6	0.21	12.7	25.25
	16	40-X	X	10	X	4/3	10	X	2/3	6.1	4.4	0.15	17.0	42.82
7	17	0-10	X	10	X	3/3	10	X	2/2	5.3	12.3	0.45	15.9	40.50
	18	10-30	X	10	X	4/3	10	X	2/3	5.7	3.5	0.18	11.3	21.01
	19	30-X	X	2.5	X	4/4	10	X	2/3	6.0	4.2	0.13	18.7	39.58
8	20	0-25	X	10	X	2/2	10	X	1.7/1	5.0	25.3	0.78	18.8	61.81
	21	25-60	X	2.5	X	3/2	2.5	X	2/1	5.6	5.8	0.16	21.0	24.04
	22	60-X	X	10	X	3/3	10	X	2/2	6.0	3.7	0.08	26.8	26.77
9	23	0-40	X	10	X	3/3	10	X	2/2	6.1	11.2	0.42	15.5	39.59
	24	40-X	X	10	X	3/3	10	X	2/2	5.9	9.3	0.35	15.4	35.15
10	25	0-35	X	10	X	3/4	7.5	X	2/2	5.9	8.5	0.32	15.4	30.50
	26	35-X	X	2.5	X	4/4	10	X	2/2	5.9	5.5	0.20	16.0	40.40
11	27	0-25	X	10	X	3/3	10	X	2/2	5.7	11.1	0.34	18.9	31.82
	28	25-X	X	10	X	5/6	7.5	X	3/4	6.0	4.9	0.17	16.7	43.94
12	29	0-10	X	10	X	3/3	10	X	2/2	5.7	14.8	0.65	13.2	31.50
	30	10-X	X	10	X	5/4	10	X	3/3	6.5	2.8	0.13	12.5	32.42
13	31	0-20	X	10	X	2/3	10	X	2/1	5.9	12.2	0.62	11.4	38.18
	32	20-60	X	10	X	3/2	10	X	2/2	6.0	9.4	0.40	13.6	34.64
	33	60-X	X	10	X	4/3	10	X	2/3	6.2	7.3	0.31	13.7	36.97
14	34	0-30	X	10	X	3/2	10	X	2/1	5.9	8.4	0.29	16.8	31.82
	35	30-65	X	10	X	4/3	10	X	2/3	6.4	1.1	0.05	12.8	14.65
	36	65-120	X	10	X	4/3	10	X	2/3	6.7	6.1	0.19	18.6	48.86
15	37	0-40	X	10	X	5/4	10	X	3/4	6.5	3.0	0.15	11.6	35.35
	38	40-X	X	10	X	3/3	10	X	2/2	5.8	8.2	0.57	8.3	32.83
16	39	0-30	X	10	X	2/3	10	X	2/1	5.8	13.9	0.59	13.7	36.66
	40	30-X	X	10	X	3/3	10	X	2/2	6.3	8.7	0.38	13.3	39.29
17	41	0-22	X	10	X	3/4	10	X	2/3	6.1	6.8	0.26	15.2	32.32
	42	22-X	X	10	X	5/4	10	X	3/4	6.5	2.0	0.08	14.5	25.76
18	43	0-20	X	10	X	3/4	10	X	2/3	5.7	6.6	0.22	17.4	24.34
	44	20-X	X	10	X	3/3	10	X	2/2	6.0	6.4	0.22	16.9	29.80
19	45	0-15	X	10	X	3/3	10	X	2/2	5.6	8.0	0.30	15.5	31.01
	46	15-40	X	10	X	4/3	10	X	2/3	6.1	5.4	0.18	17.4	26.87
	47	40-X	X	10	X	5/3	10	X	3/3	6.1	2.6	0.09	16.8	27.27
20	48	0-15	X	10	X	3/3	10	X	2/2	5.7	8.7	0.27	18.7	21.72
	49	15-40	X	10	X	3/3	10	X	2/2	6.4	4.3	0.13	19.2	21.01
	50	40-X	X							6.6	1.2	0.03	23.2	7.88

Cuadro 12. Relación presencia de especies forestales-características del suelo.

ESPECIE	TX.		COLOR														pH		M.O. [%]		N TOTAL [%]		C/N		CICT [meq/100g]		Σ															
	FA	F	seco							húmedo							4.7-5.2	5.21-5.2	5.71-6.2	6.21-6.7	3-8.5	8.51-14	14-19.5	19.51-25	0.15-0.307	0.31-0.45		0.47-0.62	0.63-0.78	11.2-13.12	13.13-15.05	15.06-16.97	16.98-18.90	21.72-33.71	33.72-45.71	45.71-57.69	57.70-69.69					
			1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7																										
<i>Pinus hartwegii</i>	14	2	5	2	7	1					1	11	1								2	8	6			7	6	1	2	6	5	3	2	5	1	5	5	9	5	2	128	
<i>Abies religiosa</i>	5		2	1	2							2		1		2						1	1	3		2	2		1		3	1	1	2		3		2	2	1	40	
<i>Alnus firmifolia</i>	7		2	1	3	1						5	1			1							1	2	3	1	2	4	1	2	1	2	2	3	2	2		2	5		56	
<i>Buddleia parviflora</i>	2		1	1								2							1	1										1	1			1		1		2		2		16
<i>Pinus montezumae</i>	1		1													1																1			1				1			8
<i>Pinus teocote</i>	1		1	1												1																1			1				1			8
<i>Pinus pseudostrobus</i>	2		1	1									1																1					2	1		1			1		16
Σ	32	2	13	5	13	2					1	21	2	1	10							7	12	14	1	12	16	2	4	9	9	9	7	14	3	12	5	13	17	4	272	

COLOR:

- 1 Pardo muy oscuro
- 2 pardo amarillento oscuro
- 3 Pardo oscuro
- 4 Pardo amarillento
- 5 Negro
- 6 Pardo olivo
- 7 Pardo grisáceo muy oscuro

TX = Textura

Cuadro 13. Relación volumen maderable-características del suelo.

Especie		Suelo							Σ	
		<i>Pinus hartwegii</i>	<i>Abies religiosa</i>	<i>Alnus himifolia</i>	<i>Buddleia parviflora</i>	<i>Pinus montezumae</i>	<i>Pinus teocote</i>	<i>Pinus pseudostrobus</i>		
TEXTURA	FA	386.85	164.10	35.07	2.91	11.32	3.04	11.0	614.35	
	F	42.65								
COLOR	Seco	1	881.43	38.79	16.26	1.73	11.32	3.04	1.14	153.71
		2	56.77	71.35	0.24	1.18				129.54
		3	202.53	54.02	15.07				9.86	281.48
		4	56.63		3.50					60.13
	Húmedo	7	32.14							32.14
		1	259.30	54.02	29.08	2.91			9.86	355.17
		2	56.63		3.50					60.13
		3		71.35						71.35
		5	113.37	38.79	2.48		11.32	3.04	1.14	170.34
pH	4.7-5.2	42.65	38.46	27.72	1.73			1.14	111.70	
	5.21-5.7	242.80	53.81	0.71				9.86	307.18	
	5.71-6.2	114.05	71.89	3.14	1.18	11.32	3.04		234.62	
	6.21-6.7			3.50					3.50	
M.O. [%]	3.0-8.5	203.98	53.81	3.74	1.18				262.71	
	8.51-14.0	149.98	71.56	30.62	1.73	11.32	3.04	9.86	278.11	
	14.1-19.5	32.89	0.33	0.71					33.93	
	19.51-25	42.65	38.46					1.14	82.25	
N TOTAL [%]	0.15-0.307	199.43		3.74	1.18				204.35	
	0.31-0.46	115.74	125.37	0.41					241.52	
	0.47-0.62	38.79	0.33	16.26	1.73	11.32	3.04		71.47	
	0.63-0.78	75.54	38.46	14.66				11.00	139.00	
C/N	11.2-13.12	112.40	54.14	31.23	1.73			9.86	219.36	
	13.13-15.05	84.85		3.60		11.32	3.04		102.81	
	15.06-16.97	98.27	110.02	0.24	1.18			1.14	210.85	
	16.98-18.90	123.98							123.98	
CICP [meq/100 g]	21.72-33-71	239.48	125.16	0.95	1.18				366.77	
	33.72-45.70	147.37	0.54	34.12	1.73	11.32	3.04	9.86	207.98	
	45.71-57.69									
	57.70-69.69	42.65	38.46					1.14	82.25	
Σ		3436.00	1313.28	280.58	23.28	90.56	24.32	88.00	5256.00	

gistran colores "pardo oscuro", y el 25% "negro". Para *Abies religiosa* la distribución es muy regular; para *Alnus firmifolia* el 71.42% se ordena dentro del "pardo oscuro" y el resto de las especies reporta tono "negro", lo que resulta lógico a partir del "pardo oscuro" para su estado seco.

PH.- De esta variable en adelante se consideró conveniente separar 4 intervalos de valor, en función de la operatividad del manejo de la información.

Sobre esta variable en particular, cerca del 80% de las especies mejor representadas numéricamente se ubica entre el 5.2 y el 6.2. Al aplicar la prueba de χ^2 , el valor fue de 0.9010, con 2 grados de libertad.

•• Las proporciones no son estadísticamente distintas.

N TOTAL.- Sobre la base de la homogeneidad de valores de esta variable registradas en el Cuadro 12, resulta poco probable que acuse significancia la prueba estadística empleada hasta ahora. Por lo tanto, se optó por omitir el análisis de datos, pues lógicamente hay poca diferencia entre las proporciones.

C/N.- Entre los grupos de estas características, los valores reportados para la presencia de especies, se distribuyeron en el primero y el tercero. Dada la homogeneidad proporcional que existe entre estos dos y el segundo y el cuarto, se trabajó con los de mayor vigor numérico, aplicando la misma prueba.

Para $\chi^2 = 0.955$ [n.s.] ••. No hay diferencia entre las proporciones de aparición de las especies en los distintos valores de C/N.

CICT.- Es evidente que en los intervalos 1 y 2 se reúne el 88.23% del total; el tercero no incluye a ninguno, y el último a 4 de 30. Con un reparto de datos de esta forma, resulta difícil e incluso errado definir alguna relación entre presencia de especies y este carácter del suelo.

IV.5.2. Volúmenes maderables-suelo.- Al analizar la información del volumen maderable ordenado en el Cuadro 13 resulta semejante al anterior. Por lo tanto y dado que se tenían los datos, se intentó trabajar al nivel de madera por árbol por especie. A continuación se ejemplifica con una variable de suelo.

TEXTURA.- El 95% del total del volumen se reúne en la textura franco-

arenosa, correspondiendo el resto a *Pinus hartwegii* en franco. La distribución por árbol sería:

ESPECIE	TEXTURA	FA [m ³ /árbol]	F [m ³ /árbol]
<i>Pinus hartwegii</i>		1.27	0.89
<i>Abies religiosa</i>		1.43	
<i>Alnus firmifolia</i>		0.34	
<i>Buddleia parviflora</i>		0.58	
<i>Pinus montezumae</i>		3.77	
<i>Pinus pseudostrobus</i>		5.50	
<i>Pinus teocote</i>		1.52	

COLOR.- En el estado seco el suelo tiende a reunir el mayor volumen en los primeros colores, correspondiendo el 23.39% al "pardo muy oscuro" (1) y el 42.84% al "pardo oscuro" (3). En este último hay una gran participación de *P. hartwegii* con un 47.15% de su volumen total en esta categoría. El 95.10% del volumen maderable de todas las especies corresponde a la gama de los tonos pardos.

En el estado húmedo el mayor volumen se agrupó en el color "pardo muy oscuro" por el movimiento registrado en *P. hartwegii* que tiene el 60.37% de su volumen en dicho color; de *Alnus firmifolia* que registró el 82.94% igualmente, y *Abies religiosa* que del "pardo oscuro" pasó su volumen al primero. El 25.92% de las especies coincide con el color "negro", por la misma razón que se registra respecto a presencia de especies.

pH.- Dentro del rango de acidez de la muestra, se ordenaron los volúmenes individuales por especie de la siguiente manera:

ESPECIE	pH	4.7-5.2	5.21-5.7	5.71-6.2	6.21-6.7
<i>Pinus hartwegii</i>		0.87	1.16	1.95	
<i>Abies religiosa</i>		0.96	2.07	1.47	
<i>Alnus firmifolia</i>		0.40	0.14	0.26	0.22
<i>Buddleia parviflora</i>		1.73		0.30	
<i>Pinus montezumae</i>				3.77	
<i>Pinus pseudostrobus</i>		1.14	9.86		
<i>Pinus teocote</i>				1.52	

Con el fin de identificar alguna relación entre el monto del volumen y el pH por especie, se seleccionaron arbitrariamente algunos volúmenes de las primeras tres. Fueron: 20 de c/intervalo para *Pinus hartwegii*; 10 para *Abies religiosa* y 32 para *Alnus firmifolia* (10,5,12 y 5, respectivamente). Se obtuvo su varianza, y al aplicar la prueba de t de "student" se calcularon los intervalos de confianza [Fig. 17].

Como se puede advertir, no existe diferencia entre un grupo y otro de pH pues los intervalos se traslapan en las tres especies. .°. la relación volumen maderable-pH no es de dependencia entre dichas variables.

En virtud de que para las demás características edafológicas consideradas se trabajó el mismo volumen, se estima que el manejo de datos deberá arrojar resultados muy cercanos a los de la relación anterior.

IV.5.3. Profundidad de suelo.- Se analizó la relación de esta variable con el volumen maderable. Se siguió la clasificación de profundidad de suelo de Wilde (1958), en la que el suelo "somero" es hasta 1 pie ó 30 cm.; el "medio" de 2 a 3 pies ó de 60 a 90 cm., y el "profundo", mayor de 3 pies ó mayor de 90 cm.

Se aplicó la prueba de t de "student" y se construyeron los intervalos de confianza que aparecen en la figura 18. Al igual que en pH, los intervalos traslapan, por lo que no existe diferencia entre las tres profundidades de suelo.

IV.6. Factores de disturbio.

Entendidos como los agentes que puedan ejercer alguna influencia que altere la sucesión natural del ecosistema forestal, inciden sobre la estructura del bosque, sobre la composición de las especies, o bien sobre el clima propio para el desarrollo de las comunidades (Spurr & Barnes, 1980).

Se relacionó a la población forestal con estos factores, mediante dos elementos: volumen maderable y densidad forestal.

Dado que se contaba con datos para 50 sitios (30 de premuestreo y 20 de muestreo) se trabajó con esa información, buscando una mayor precisión de resultados.

Dado que son datos cualitativos (fuego, plaga, enfermedad, etc.) y datos cuantitativos los que se desea relacionar, se cuantificó el número de facto

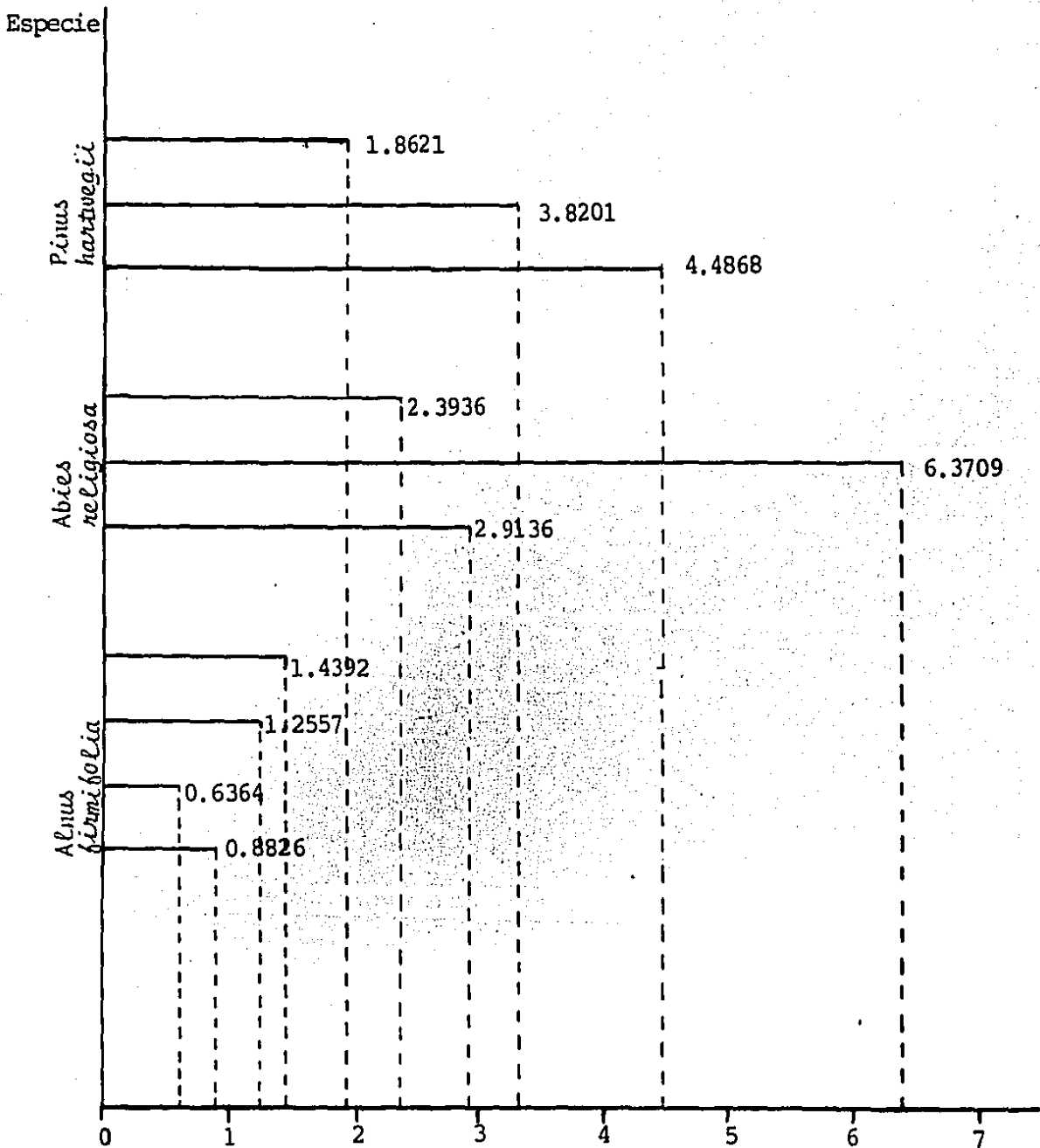


Figura 17: Intervalos de confianza truncados de los volúmenes maderables en relación al p^H del suelo por especie.

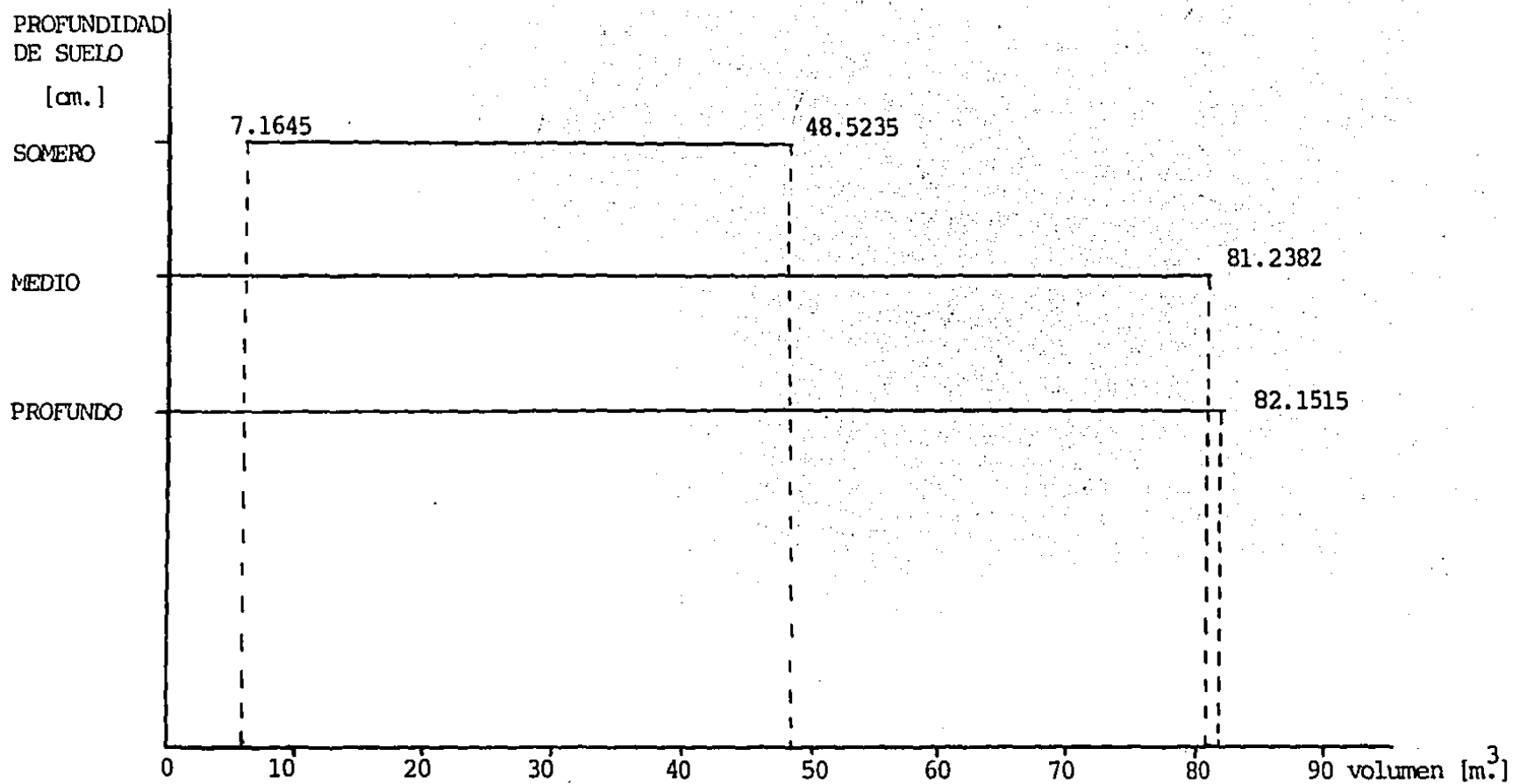


Figura 18: Intervalos de confianza truncados de los volúmenes maderables en relación a la profundidad del suelo según Wilde (1958).

res, y con ello se realizaron los cálculos.

IV.6.1. Factores de disturbio-densidad de arbolado.- Por operatividad, se ordenaron los datos de densidad forestal en sitios con más o menos 30 árboles, dado que el valor medio es de 28 árboles por sitio.

FACTORES [N]	SITIOS CON MENOS DE 30 ARBOLES	SITIOS CON 30 ARBOLES O MAS	TOTAL
0	1	1	2
1	6	4	10
2	12	5	17
3	5	4	9
4	8	2	10
5	2	0	2
TOTAL	34	16	50

Al aplicar la prueba de χ^2 :

FACTORES [N]	30 ARBOLES		30 ó más		TOTAL
	O_i	E_i	O_i	E_i	
0 ó 1	7	8.16	5	3.84	12
2	12	11.56	5	5.44	17
3	5	5.12	4	2.88	9
4 ó 5	10	8.16	2	3.84	12
TOTAL	34		16		50

$$\chi^2_3 = 2.5047 \text{ [n.s.]} \quad p \approx 0.45$$

•• La densidad de arbolado no depende del número de factores de disturbio.

Al revisar la presencia de los factores con respecto a los sitios, encontramos que, en orden de mayor a menor porcentaje:

(H) Actividades humanas	= 90%	[45/50]
(A) Animales	= 58%	[29/50]
(P) Plagas	= 36%	[18/50]
(F) Fuego	= 32%	[16/50]
(E) Enfermedades	= 28%	[14/50]

La correlación entre los factores más importantes (H y F) tampoco dieron significación, al reportar por prueba de χ^2 valores de 1.8984 y de 2.0016, respectivamente.

IV.6.2. Factores de disturbio-volumen maderable.- Para este análisis, se se pararon dos grupos: 1) volúmenes para sitios hasta con dos factores de disturbio; 2) volúmenes para sitios con tres o más factores de disturbio.

Se calcularon las varianzas para cada uno y los coeficientes de variación.

- 1) Hasta con 2 factores de disturbio. n=27 2) Con 2 o más factores de disturbio n=23

$$\sum x_i = 776.6868$$

$$\sum x_i = 742.5039$$

$$\sum x_i^2 = 30,761.8003$$

$$\sum x_i^2 = 31,185.7671$$

$$\bar{X} = 29.7662 \text{ m}^3/\text{sitio}$$

$$\bar{X} = 32.2828 \text{ m}^3/\text{sitio}$$

$$S^2 = \frac{8,419.4898}{26} = 323.8265$$

$$S^2 = \frac{7,215.6783}{22} = 327.9854$$

$$S = 17.9952$$

$$S = 18.1104$$

$$\text{C.V.} = 62.56\%$$

$$\text{C.V.} = 56.10$$

Al aplicar la prueba de t "student":

$$\frac{32.2828 - 29.7662}{\sqrt{\frac{15,635.1681}{27+23-2}}} = 0.1948 \text{ con 48 grados de libertad}$$

Resulta que no difieren el grupo de volúmenes dañados hasta por dos factores del de dañados por dos o más. Por lo tanto, el volumen maderable medio por sitio no se afecta si el disturbio es severo o bajo; la variabilidad es la misma.

Atribuyendo el comportamiento anterior a la presencia de actividades humanas sobre la base de su recurrente presencia, resulta que el promedio de volumen maderable entre los sitios en los que esta factor no incide es de 32.7096 m³. Esto significa que tampoco ejerce mayor influencia sobre el volumen medio.

V. DISCUSION DE RESULTADOS.

En virtud de que los datos ecológicos se registran por apreciación del observador, el someterlos a los análisis estadísticos hubiera aportado información poco confiable. Las variables relacionadas con la densidad forestal fueron poco significativas, por lo que se optó por no correlacionarlas con los datos del muestreo mismo.

En relación a la flora, el estrato rasante es diverso pero menos que el herbáceo, que supera a los demás. Sin embargo, por cobertura, *Alchemilla procumbens* alcanza predominio en función de su abundancia, según lo indica el número de sitios en los que se presentó; cubre un 50% más que la siguiente especie, *Geranium potentillaeifolium*. A partir de entonces, la proporción de las otras especies es regular; con *Geranium mexicanum* se inicia una tendencia asintótica de la curva.

El estrato herbáceo registra la mayor cobertura (61.50%) con el mayor número de especies (58). Los pastos responden en gran parte por el valor de la cobertura, lo que se deriva de su frecuencia, y de la longitud de sus hojas; *Muhlenbergia macroura* se presentó en menor número, pero la amplitud de sus macollos provoca la gran cobertura. Caso semejante es *Muhlenbergia nigra*; *Festuca amplissima*, a pesar de integrar macollos grandes, se encontró poco en la muestra, por lo tanto, su valor es bajo. La distribución de la curva es muy semejante a la anterior, a diferencia de que la caída es menos brusca, y de que la asíntota es menos manifiesta. Sin embargo, su valor más alto constituye casi el 50% del reportado por el del estrato rasante.

Es contrastante el número de especies del estrato arbustivo, que es menos de la mitad de los otros dos. Nueve especies son formas juveniles de árboles; *Pinus radiata* tiene un valor cercano al máximo del estrato herbáceo, porque es frecuente encontrarlo en áreas bajo reforestación. *Abies religiosa* está muy bien representado porque son abundantes los renuevos naturales; parece ser un fenómeno ya tipificado en bosques sin tratamiento silvícola planificado (Manzanilla, 1974). *Alnus firmifolia*, como especie colonizadora tiene un buen número de ejemplares jóvenes. *Pinus patula* es introducido y por lo tanto, se trata de árboles poco desarrollados. *Buddleia parviflora* y *Salix paradoxa* son comunes en los ecosistemas locales; las coberturas son de mayor valor que en el primer y segundo estratos.

Como sucede comúnmente en las comunidades de plantas, al sumar su estratificación rebazan el 100% de las coberturas (Hopkins, 1974) en el estudio actual así se verificó.

En lo referente a especies forestales, *Pinus hartwegii* ocupa el primer lugar; registró, así mismo, el máximo valor de frecuencia, pues estuvo presente en 16 de 20 sitios, con un promedio de 20 árboles por sitio, cuando el promedio en la muestra fue de 28. Esto puede obedecer al ámbito altitudinal en el que se trabajó, que fue de los 3100 a los 3595 m.s.n.m.; no extraña, por lo tanto, que en segundo lugar aparezca *Abies religiosa*, que en este intervalo también es dominante (Madrigal, 1964). *Pinus montezumae* y *P. teocote* estuvieron pobremente representados, pues su abundancia numérica se registra por debajo del límite altitudinal inferior considerado (Martínez, 1948). El elevado número de *Alnus firmifolia* resulta de su presencia en pinares de *P. hartwegii*.

Por lo que toca a las características dasonómicas, es importante destacar lo siguiente:

Pinus hartwegii, en general, registra diámetros (D.A.P.) en el Ajusco entre los 35 y los 40 cm., por fuera de lo cual es poco numeroso; esto les imprime una fisonomía de esbeltez a sus fustes. Carrillo (1955), sin embargo, encontró la máxima frecuencia en 20 cm.; coinciden los datos en estar pobremente representados los D.A.P. entre 75 cm. y 1.00 m. Los árboles de *Pinus montezumae* y *P. teocote* registraron D.A.P. entre 40 y 57 cm. *P. pseudostrobus* registró D.A.P. extremos: 28 y 110 cm.

La mayor frecuencia en este carácter para *Abies religiosa* fue entre los 32.15 y los 40.70 cm. Carrillo encontró como cifra en este sentido a los 10 cm. De acuerdo a Manzanilla (*op.cit.*) formarían parte del piso medio del bosque de oyamel la mayor parte de los ejemplares de la muestra, ya que a partir de los 61 cm. se ubican en el estrato superior, que en el caso particular de la muestra está pobremente representado.

Los diámetros de las latifoliadas van de los 8 a los 50 cm., lo que indica que son árboles esbeltos, ya que a medida que aumenta el diámetro, la frecuencia disminuye. *Alnus firmifolia* registró mayor número entre los 16.40 y los 20.60 cm, y en segunda instancia entre los 24.80 y los 29.00 cm. Los ejemplares de *Buddleia parviflora* de mayor diámetro portaban síntomas de madurez.

En grosor de la corteza, la mayor frecuencia se da entre los 2 y 3 cm. para *Pinus hartwegii*; entre los 0.5 y 1.0 cm. para *Abies religiosa*; el valor más frecuente en *Alnus firmifolia* es 1.0 cm., al igual que en *Buddleia parviflora*. *P. montezumae* registró 3.00 cm., lo que puede coincidir con la descripción que hace Martínez (1948) de la especie en este sentido, al tipificarla como "gruesa".

La altura del arbolado tiene un intervalo muy amplio (5 a 35 m.). Para el pino dominante, el mayor número tiene de 17 a 32 m., siendo pocos los que rebazan los 26 m. Por debajo de los 17 m. son frecuentes los ejemplares jóvenes. Los representantes de las otras especies de pino eran árboles muy altos, especialmente *P. teocote* que en la zona registra alturas promedio de 15 m.; en *P. montezumae* son de 22, y en *P. pseudostrobus* sí concuerdan. Carrillo (*op.cit.*) reporta alturas de los pinos en general que en promedio coinciden con *P. hartwegii*.

Abies religiosa registró las alturas máximas, que coincidieron con algunos D.A.P. máximos. Las alturas menor de 15 m. son comunes en los renuevos. El intervalo que manejó Carrillo (*op.cit.*) es de 8 a 34 m. Para los bosques del Ixtaccíhuatl, Popocatépetl, Nevado de Toluca y Volcán de Colima, Manzanilla (*op.cit.*) reporta ejemplares hasta de 53 m. Sin embargo, la altura promedio es cercana a la de la muestra.

En cuanto a fustes, *Pinus hartwegii* se identifica con una dimensión muy larga, pues, en general, ocupa 2/3 partes de la altura total. En *Abies religiosa* la proporción de fuste limpio a profundidad de copa es de 1:2, *i.e.* corresponde a 1/3 de la altura total. Es característico de la especie. En *Alnus firmifolia* y *Buddleia parviflora* son muy comunes los fustes cortos, torcidos, con tumoraciones (Nieto, 1986). Los datos así lo confirman. *P. montezumae* conservó en la muestra, fustes semejantes a los de *P. hartwegii*; *P. teocote*, en cambio, se caracteriza por fustes menos largos y ramas robustas y bajas.

Los resultados relativos a la profundidad de copa confirman mucho de lo que se discute en el párrafo anterior, en el sentido de que resulta de la diferencia de la altura total y el fuste limpio. Cabe destacar, sin embargo, al oyamel porque es frecuente encontrar copas reducidas, lo que se atribuye a la gran competencia por espacio entre los elementos jóvenes, dada la espe

sura del rodal (Koslowski, 1962 en Klepac, 1983).

Por tratarse de masas no-coetáneas, las clases de copa están representadas. Se reconocen árboles dominantes, codominantes, intermedios y suprimidos (Spurr & Barnes, 1980); esto es más aparente en sitios de alta densidad forestal, por ejemplo, en cañadas de oyamel.

La heterogeneidad de copas se manifiesta, lógicamente, en las coberturas, en las que todas las especies tienen dimensiones muy irregulares. El caso del tepozán (*Buddleia parviflora*), pudiéndose pensar en árboles suprimidos, registra coberturas amplias, lo que resulta de la disposición expansiva y desordenada de sus ramas, que le dan más una apariencia de arbusto. Los pinos poco numerosos en la muestra registraron coberturas hasta de 6.5 m. en promedio, lo que no es raro si se parte del hecho de que son árboles aislados, pues en poblaciones más abundantes, registran 3 ó 4 m.

En relación a la frecuencia de edades, los primeros 10 años reúnen a muchos elementos. La razón es que en este grupo se colocó a todos los renuevos y a todos los arbolillos que en promedio no superaban el 1.30 m., ya que se tomó como referencia el tiempo de desarrollo para *Pinus hartwegii*, que Franco B. y Sarukhán (1981) calculan en 10 años para alcanzar dicha dimensión.

Para las especies más importantes, el grueso de la población se ubica entre los 30 y los 70 años de edad. Se encontraron oyameles que rebasan los 100 años.

En la relación D.A.P.-edad, el crecimiento en diámetro/año es mayor en *Pinus hartwegii* que en *Abies religiosa*, pues corresponde a 1 cm. y a menos de 75 mm., respectivamente; esto indica que el desarrollo en diámetro lo alcanza en menos tiempo el pino que el oyamel. En términos generales, se establece una relación lineal entre las variables.

El patrón de distribución de las especies forestales es agrupado, en parches o manchones, lo que es muy común encontrar en el campo (Grieg-Smith, 1983). No es extraño haber detectado este patrón pues se encuentran parajes con 10 árboles cada 1000 m², y otros en los que se encuentran 3 jóvenes (introducidos) por cada árbol maduro.

El volumen maderable constituye un valor muy apreciado en el medio forestal porque, entre otras razones, indica el potencial de aprovechamiento que

pueda existir en una región. Sin embargo, considerando que para los propósitos de este estudio -evaluar el estado actual del bosque pero no con fines de aprovechamiento- el volumen se tomó como un indicador de la cantidad de madera por especie, y se omitió trabajar por rodal.

Sobre la base de los resultados de la muestra, el mayor volumen corresponde a la especie más abundante. Para *Alnus firmifolia* los volúmenes son más del doble que el de *Pinus montezumae* y *P. pseudostrobus*, aún cuando su abundancia numérica es mucho mayor; esta disparidad puede deberse a las características dasométricas ya mencionadas, entre las que predominan los árboles poco altos y de fustes delgados.

La relación suelo vegetación se limitó en información disponible. Se enfocó al arbolado, por constituir el principal interés. Se manejó la presencia de especie por el número de sitios donde se registró, y los volúmenes maderables que integran medidas de altura, diámetro o fuste limpio.

La textura de los suelos es marcadamente franco-arenosa (93.50% . Esta condición de arenosa es apoyada por lo reportado para suelos que sustentan vegetación de pinos (Wilde, 1958); sin embargo, Shimada (1972) reporta migajón arenoso, arena, migajón limoso y franco para la misma zona; para *Abies religiosa* los datos encontrados contrastan con los de Rzedowski (1954, *in* Madrigal, 1964, *op.cit.*), los de Anaya (1962) que señala franco para el Itzacfhuatl y los de Madrigal (*op.cit.*) para el Valle de México, que encontró migajón arenoso.

Al establecer la proporción volumétrica maderable por árbol de cada especie, resultó que en los menos representados la participación es mayor; esto simplemente se deriva del reducido número de ejemplares en la muestra, lo que bien pudiera ser distinto si se hubiera contado con una población más abundante.

Aún cuando la relevancia del color sobre las condiciones del suelo es discutida (Wilde, *op.cit.*) se considera un indicador de los niveles de oxidación de hierro y manganeso (Buckman & Brady, 1970); del clima por el efecto de pigmentación que éste ejerce sobre el humus, y a su vez, éste sobre el suelo. El color del suelo, además, queda determinado por la naturaleza del material fino, en particular, por su proporción de hierro y de materia orgánica (FitzPatrick, 1984).

Los resultados en este sentido señalan una tendencia fuerte a los tonos "pardo-oscuro", que se exacerba en el estado húmedo tanto en presencia como volumen, acentuándose, además, el tono "negro" dada la coloración que sufren las muestras "pardo-oscuros" al ser humedecidas. Los tonos señalados se atribuyen a un incremento en la M.O. y a su humificación, así como a la presencia de "carbón elemental después de la quema" (FitzPatrick, *op.cit.*), lo que se verifica en la zona.

La prueba de χ^2 no señaló correlación para especie por tipo de color, a partir de la poca diferencia entre sus valores, que se disponen en forma semejante.

Dentro de la tendencia acidófila de las coníferas (Chavez y Gómez T., 1985) para *Pinus hartwegii* los datos de pH del estudio actual son menores a los reportados por otros autores (Anaya, *op.cit.*; Cervantes y Cuevas, 1981 *in* Romero C., 1986). El volumen maderable por individuo es más importante en valores de acidez moderada (5.71-6.2), lo que puede indicar cierta preferencia de la especie por esta condición en cuanto a producción de madera. Para el oyamel, los valores encontrados se ubican dentro del ámbito reportado por Madrigal (1964, *op.cit.*), aún cuando el límite inferior no concuerda. Los volúmenes más importantes por individuo de la especie y en la muestra aparecen entre valores de gran frecuencia en el estudio referido. Parece ser que *Alnus firmifolia* tiene preferencia por acidez aguda en volumen por individuo, y en conjunto está presente en igual proporción dentro del intervalo de mayor incidencia de las dos coníferas analizadas, lo que ratifica la fuerte asociación del aile con ellas.

No se verificó una dependencia entre el pH y los valores medios de volumen por especie. Este comportamiento puede deberse en gran medida, a las varianzas de cada población de volumen dentro de cada intervalo de pH.

Los valores de N total difieren de los reportados para bosque virgen de 0.1 y 0.3% (Wilde, *op.cit.*); rebasan el límite superior hasta con otro tanto (0.62%) y en conjunto se ubican dentro de los límites reportados para el oyamel por Madrigal (*op.cit.*). Son compatibles con los valores para *Pinus hartwegii* de Anaya (*op.cit.*); la mayor concentración de esta especie está dentro del ámbito del 0.2%, que según Wilde (*op.cit.*) es el adecuado para la mayoría de las especies forestales.

El porcentaje de materia orgánica (M.O.) en horizontes superficiales es menor al 15%, según FitzPatrick (*op.cit.*) y decrece en función de la profundidad. Del primer supuesto, los resultados rebasan esta cifra, como sucede con los de Anaya (*op.cit.*) y Shimada (*op.cit.*) para *Pinus hartwegii*. Con estas dos autoras, los volúmenes maderables y la presencia de la especie en relación al suelo, coinciden. En cuanto a lo segundo, sí corresponden las muestras del Cuadro 11.

En *Abies religiosa* la situación es contrastante respecto a los datos de Madrigal (*op.cit.*); los resultados del estudio actual, los de Anaya (*op.cit.*) y Shimada (*op.cit.*) son cercanos, pero los del citado autor tienen valores que van del 50 al 70%.

En cuanto a la distribución de los volúmenes maderables, el 82.32% se agrupa entre el 3 y el 14%; esto se debe a que las especies de mayor aporte numérico, por una parte, y prácticamente a la totalidad de las coníferas menos representadas.

La relación C/N, que indica el grado de humificación del suelo, se revisó para los valores encontrados en este estudio y los de algunos de los ya citados autores; la falta de correspondencia, se interpreta a que se trata de localidades apartadas geográficamente, y a que la humificación es muy sensible a cambios en el lugar. El mismo proceso se siguió para intercambio catiónico (CIC) y se encontró que no difieren sensiblemente de lo reportado.

La profundidad de suelo es una característica trascendental para el manejo silvícola, ya que está estrechamente vinculada con la disponibilidad de agua y la capacidad de arraigamiento de las especies, así como con el tipo de vegetación que sustenta (Wilde, *op.cit.*).

Aún cuando los volúmenes parecen no verse influidos por este factor, habrá de tomarse con reserva este resultado, en función del número de perfiles analizados.

En lo referente a factores de disturbio, la bibliografía alusiva dentro del contexto forestal redonda en los más frecuentes: incendios, muérdagos, insectos, heladas, por ejemplo, Caballero Deloya (1968; 1970) destaca a los incendios, los muérdagos y los insectos; Durango acusa mayor impacto de daños de origen humano manifiestos en ocoteo y calado de árboles. Gib-

son y Salinas-Quinard (1985) incluyen como agentes de enfermedad o patógenos a los muérdagos -verdaderos o enanos- y signos de deficiencias minerales, contaminación, y efectos meteorológicos, además de las manifestaciones fungosas ya tipificadas. A excepción de los factores meteorológicos, se tomó como las anteriores. Las plagas corresponden a los insectos a que se refiere Caballero (1968, *op.cit.*); el fuego es inequívoco, pero para Braun-Blanquet (1950) y Madrigal (1964, *op.cit.*) es un factor antropogénico. A pesar del reconocido efecto de daño y mortandad sobre el arbolado en pie (Caballero, 1970, *op.cit.*) y sobre el renuevo (Braun-Blanquet, *op.cit.*) la frecuencia de aparición en el presente estudio no fue tan alta. Esto no significa que el arbolado no sea afectado, pero para evaluar el alcance de este agente, se debió haber registrado su manifestación por individuo.

Las actividades humanas están presentes en todo el territorio estudiado, registrándose en el 90% de los sitios.

El pastoreo, que en los estudios señalados para el norte del país no incide severamente, en el caso del Ajusco se determinó como segundo factor de disturbio que incide sobre los ecosistemas forestales; se evidencia por la mordida en los macollos o bien por los excrementos. Constituye otra forma de actividad humana (Madrigal, *op.cit.*), pero se toma por separado.

Al tratar de encontrar algún efecto poblacional de la incidencia de los factores de disturbio, la densidad forestal no se vio afectada por el número de ellos ni aún por los más importantes. Lo mismo se verificó para el volumen maderable medio.

La presencia de algunas especies de bosque de oyamel favorecida por el disturbio según Madrigal (*op.cit.*) se pudo comprobar en la zona con *Symphoricarpos microphyllus*, *Alchemilla procumbens*, *Penstemon gentianoides*, *Acaena elongata* y *Muhlenbergia sp.*, género que está representado por las especies *M. macroua*, *M. quadidentata*, y *M. minutissima*. Como "indicadoras" son comunes, así mismo, a las asociaciones de pino (*Pinus hartwegii*, *P. montezumae*, *P. teocote*) y pino-aile (*Pinus hartwegii*-*Alnus firmifolia*; *P. montezumae*-*Alnus firmifolia*).

El estudio reunido en estas páginas aporta información básica de ecología forestal de las poblaciones boscosas típicas de la Sierra del Ajusco. La densidad forestal es muy heterogénea, registrándose en algunos parajes números alarmantes; esto, cabe reconocer, se intenta recuperar mediante campañas de reforestación, que habrá que vigilar continua y cuidadosamente para lograr poblaciones vigorosas.

Por lo tanto, deberá complementarse este trabajo con otros relativos a los efectos del disturbio sobre el renuevo natural o artificial, así como los de la tala clandestina y/o autorizada en relación a la población forestal en pié, a la expansión de plagas y enfermedades, al cambio sucesional de las poblaciones vegetales. Otros estudios deberán encausarse hacia relaciones suelo vegetación, en virtud de que el recurso suelo constituye la base del ecosistema forestal.

Por tratarse de un área de gran atractivo para sectores muy diversos con intereses disímolos, es importante tratar de conjuntar esfuerzos para proteger y recuperar el paisaje montañoso más cercano al sur de la Ciudad de México. Esto debería hacerse por razones de justificación múltiple que incluyen desde el interés nato de saber cómo funciona la vida de esta planeta, por el meramente estético, recreativo, por la especial localización de la zona, y el interés pragmático de un posible uso y manejo inteligentes.

cnp.

v' 87.

VI. CONCLUSIONES

1. El arbolado está formado por coníferas y latifoliadas, incidiendo éstas en forma variable, tanto en número como en grado de mezcla, reunidas en poblaciones de un promedio de 28 árboles por sitio de 1/10 há.
2. Sus diámetros son variables; pero el mínimo comercial (15 cm.) está bien representado. Se encuentran individuos que llegan a rebasar los 100 cm. pero son poco numerosos.
3. Las alturas tienen un rango amplio, predominando los valores entre 17 y 30 m., rara vez rebasando los 35 m.
4. Se da una relación lineal entre el D.A.P. y la edad en las poblaciones de coníferas; *Pinus hartwegii* registra un crecimiento anual de 1 cm., aproximadamente, *Abies religiosa* de 75 mm y en general el grupo de pináceas, a razón de menos de 1 cm./año.
4. La distribución espacial de la población forestal es agregada.
5. Los volúmenes maderables no son altos por la frecuencia de fustes delgados y de bajo número poblacional por hectárea.
6. La densidad forestal y el volumen maderable medio no parecen afectarse por el número de factores ni por la importancia de los mismos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

- ANAYA L., A.L. 1962. Estudio de las relaciones entre la vegetación forestal, el suelo y algunos factores climáticos en seis sitios del declive occidental del Iztaccíhuatl. TESIS. UNAM. Fac. Ciencias. México.
- ANAYA S., R. 1982. "Tlalpan, otro pulmón en agonía". El Día. México. Septiembre 21.
- ARANDA S., J.M., C. MARTINEZ DEL RIO M., L.C. COLMENERO R., y V.M. MAGALLON S. 1980. Los mamíferos de la Sierra del Ajusco. COCODA. D.D.F. México.
- BAUER, M.L. 1984. Impacto de gases oxidantes en el género *Pinus* en el Valle de México. XVIII Reunión del Grupo de Estudios sobre Plagas y Enfermedades Forestales. COFAN (FAO). (Inédito).
- BENITEZ, G. 1982a. Impacto de los incendios forestales en bosques de *Pinus hartwegii* Lindl. de la Sierra del Ajusco. Instituto de Ecología. México. (Inédito)
- . 1982b. Evaluación comparativa de la pérdida de la cubierta vegetal y cambios en el uso del suelo en el sur de la Ciudad de México (Sierra del Ajusco). Instituto de Ecología. México. (Inédito).
- . 1986. Flora popular del volcán Ajusco y sus alrededores. Instituto de Ecología. México.
- BRAUN-BLANQUET, J. 1950. Sociología vegetal. ACME Agency, Soc. de Resp. Ltda. Buenos Aires, Argentina.
- BUCKMAN, H.O. & N.C. BRADY. 1970. The Nature and Properties of Soils. The MacMillan Company. Canada.
- CABALLERO D., M. 1968. Los principales enemigos del bosque en los estados de Baja California, Chihuahua, Durango, Nayarit y Sonora. Inventario Nacional Forestal. Publicación No. 5. México.
- . 1970. La frecuencia de los daños al bosque (áreas de coníferas en Zacatecas, Sinaloa y Jalisco). Inventario Nacional Forestal. Publicación No 14. México.
- CARABIAS-L., J. y S. GUEVARA S. 1985. Fenología de una selva tropical húmeda y en una comunidad derivada; Los Tuxtlas, Ver. In: GOMEZ-POMPA, A. y S. DEL AMO R. (Eds.): Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, México. Vol. II: . INIREB- Ed. Alhambra Mexicana, S.A. de C.V. México.
- CARDONA, R. 1980. "Mantener el cinturón forestal que rodea el D.F., única solución para frenar el crecimiento urbano". Uno más uno. México. Junio 15.
- CARRILLO G., M. 1955. Ordenación de nuestros bosques de coníferas. Regulación de las explotaciones y determinación de las posibilidades leñosas. Editorial Cultura, T.G., S.A. México.
- CASTILLO T., Z.I. 1976. Algunos aspectos del impacto ambiental en el Parque Nacional Cumbres del Ajusco. TESIS. UNAM. Fac. Ciencias. México.

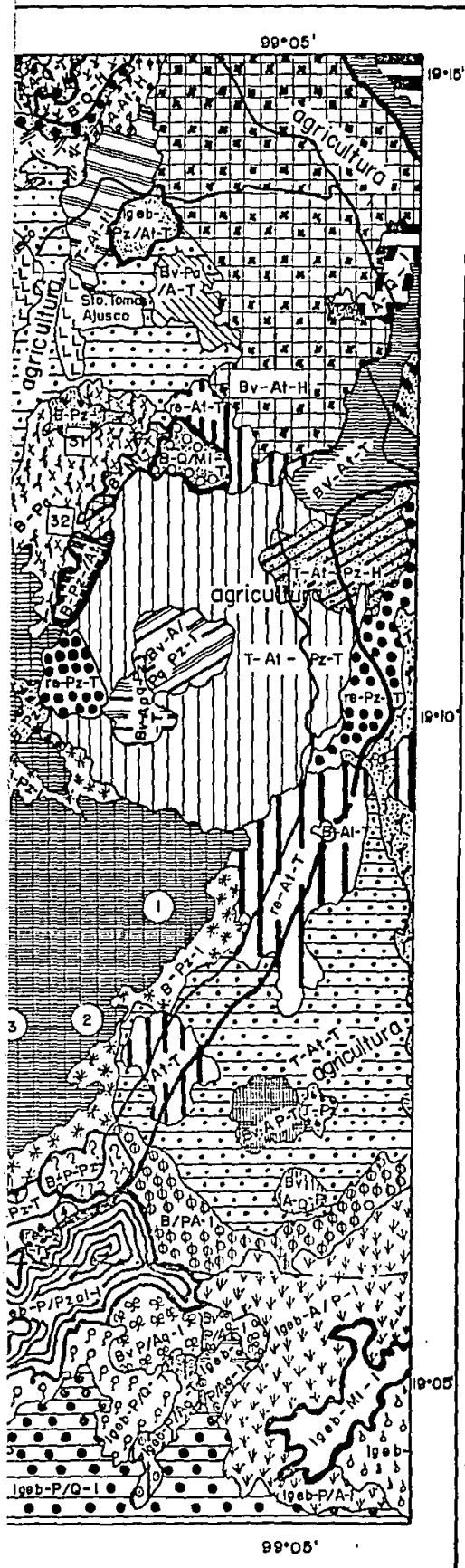
- CETENAL. 1973. Carta topográfica. Milpa Alta. E14 A-49. 1:50,000. México.
- CIPRES V., A. 1982. "Áreas verdes en el D.F.". El Día. México. Junio 29.
- CISNEROS S., A. 1981. "Los conflictos del Ajusco" Uno más uno. México. Mayo 21.
- COCODA (Ed.). 1984. Programa de reordenación urbana y protección ecológica del Distrito Federal. Edición para la consulta pública. México.
- COCHRAN, W.G. 1953. Sampling Techniques. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- CHAVEZ H., Y. y A.F. GOMEZ TAGLE R. 1985. Principales interacciones entre los suelos forestales y las coníferas del Cerro de la Cruz, Mich. Bol. Téc. No. 140. INIFAP. SARH. México.
- DETENAL. 1976. Carta de uso del suelo. Milpa Alta. E14 A-49. 1:50,000. México.
- . Carta edafológica. Milpa Alta. E14 A-49. 1:50,000. México.
- . Carta geológica. Milpa Alta. E14 A-49. 1:50,000. México.
- DIRECCION GENERAL DEL INVENTARIO NACIONAL FORESTAL (Ed.). 1974. Inventario Forestal del Estado de México y Distrito Federal. S.F.F./SAG. Publicación Especial No. 29. México.
- DUAYHE, C. 1980. "La sequía, el deterioro ecológico, 'los cazadores profesionales', aniquilan la fauna del Ajusco". Uno más uno. México. Julio 19.
- FITZPATRICK, E.A. 1984. Suelos. CECSA. México.
- FRANCO B., M. y J. SARUKHAN K. 1981. Un modelo de simulación de la productividad forestal de un bosque de pino. UAT. SFF.SARH. Serie: Premio Nacional Forestal No. 1. México.
- GARCIA, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. UNAM. SPP. México.
- DE M., E. y Z. FALCON DE G. 1984. Nuevo atlas Porrúa de la República Mexicana. Editorial Porrúa, S.A. México.
- GIBSON, I.A.S., y R. SALINAS-QUINARD. 1985. Notas sobre enfermedades forestales y su manejo. Bol. Téc. No. 106. INIFAP. SARH. México.
- GODRON, M. 1982. Apuntes de ecología forestal. INIF. SARH. México. (Inédito).
- GONZALEZ, A. y V.M. SANCHEZ L. 1961. Los parques nacionales de México. IMERNAR, A.C. México.
- GRACO, A. 1980. "La mastofauna del Ajusco". El Día. México.
- GRIEG-SMITH, P. 1983. Quantitative Plant Ecology. Blackwell Scientific Publications. Studies in Ecology. Vol. 9. Oxford, G.B.
- HERNANDEZ M., N. 1985. "En el Ajusco, proyectos ecológicos productivos". La Jornada. México. Agosto 8.

- HERNANDEZ T., T. 1981. Reconocimiento y evaluación del daño por gases oxidantes en pinos y avena de El Ajusco, D.F. TESIS. UACH. Chapingo, Méx.
- HIROISHI S., M.S. 1974. Estudio de algunos perfiles de suelos derivados de cenizas volcánicas de los volcanes Xitle, Teuhtli-Chichinautzin y el Cerro Tres Cumbres. TESIS. UNAM. Fac. Ciencias. México.
- HOPKINS, B. 1974. Forest and Savanna. Heinemann Educational Books, Ltd. London, U.K.
- INEGI. (Ed.). 1984. Geología de la República Mexicana. UNAM. Fac. Ingeniería. México.
- MADRIGAL S., X. 1964. Contribución al conocimiento de la ecología de los bosques de oyamel (*Abies religiosa* (H.B.K.) Schl. et Cham.) en el Valle de México. TESIS. IPN-ENCB. México.
- . 1976. Instructivo para el estudio fitoecológico del Eje Neovolcánico. Bol. Div. Inst. Nal Invest. For. No. 45. México.
- MANZANILLA, H. 1974. Investigaciones epidométricas y silvícolas en bosques mexicanos de *Abies religiosa*. INIF. B. de M. México.
- MARTINEZ, M. 1948. Los pinos mexicanos. Ediciones Botas. México.
- MARTINEZ-R., M. 1985. Claros, ciclos vitales de los árboles tropicales y regeneración natural de las selvas altas perennifolias. In: GOMEZ-POMPA, A. y S. DEL AMO R. (Eds.). Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, México. Vol. II: INIREB-Ed. Alhambra Mexicana, S.A. de C.V. México.
- MARTINEZ Y., A. 1982. Tasas de descomposición de materia orgánica foliar de especies arbóreas de selvas en clima estacional. UAT.SFF. SARH. Serie: Premio Nacional Forestal. No. 4. México.
- MUELLER-DOMBOIS, D. & H. ELLENBERG. 1974. Aims and Methods of Vegetation Ecology. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- NIETO P., C. 1985a. Catálogo de la flora útil de la Sierra del Ajusco. Catálogo No. 12. INIFAP. SARH. México.
- . 1985b. Los encinos de la Sierra del Ajusco. II Seminario Nacional sobre Utilización de Encinos. 22-24 mayo. Guadalajara, Jal. Memoria. (En prensa).
- . 1986. Síntomas de deterioro del arbolado en algunos bosques de la Sierra del Ajusco, México. In: Biotica. Vol. 11(1): 25-44. Xalapa, Ver. México.
- OBIETA, M.C. y J. SARUKHAN K. 1981. Estructura y composición de la vegetación herbácea de un bosque uniespecífico de *Pinus hartwegii*, I: estructura y composición florística. In: Bol. Soc. Bot. Méx. No. 41:75-126. México.
- ODUM, E. 1972. Ecología. Nueva Editorial Interamericana, S.A. México.
- ORANTES G., F.R. y M.A. MUSALEM S. 1982. Determinación de la calidad de estación de *Pinus hartwegii* Lindl. en Zoquiapan, Méx. In:

- Ciencia Forestal. Vol. 7(35):3-10. INIF. México.
- RAGEB M., Y. 1985. Estudio autoecológico de *Cephalocereus senilis* en la Barranca de Meztitlán, Hgo. TESIS. UNAM. Fac. Ciencias. México.
- ROMERO C., J. 1986. Estudio de reconocimiento de los suelos forestales del Parque Cultural y Recreativo Desierto de los Leones. TESIS. ENEP-Z. México.
- RZEDOWSKI, J. y G.C. RZEDOWSKI (Eds.). 1979. Flora fanerogámica del Valle de México. Vol. I. CECSA. México.
- _____. 1985. Flora fanerogámica del Valle de México. Vol. II. IPN(ENCB). Instituto de Ecología. México.
- SAHOP. 1980. Síntesis informativa del ecoland del Distrito Federal. México.
- SALINAS-Q. y C. NIETO P. 1986. Una posible especie de roya en *Pinus montezumae* Lamb. XIII Congreso Nacional de Fitopatología. 22-25/VII. Tuxtla Gutiérrez, Chiz. Memoria. [En prensa].
- SANCHEZ C., L., A. SIERRA P., E. BELTRAN, R. GARDUÑO G., y O. YAÑEZ. 1979. La reforestación del Distrito Federal. IMERNAR, A.C. México.
- SANCHEZ S., O. 1968. Flora del Valle de México. Editorial Herrero, S.A. México.
- SARUKHAN K., J. 1968. Análisis sinecológico de las selvas de *Terminalia amazonia* en la planicie costera del Golfo de México. TESIS. M. en C. ENA-CP. Chapingo, Méx.
- S.A. 1975. Munsell Soil Color Charts. Kollmorgen Corporation. Baltimore, Maryland.
- SECRETARIA DE LA PRESIDENCIA (Ed.). 1970. Carta de climas: México. 14QV. 1:500,000. México.
- SHIMADA M., K. 1972. Estudio de algunos perfiles de suelos derivados de cenizas volcánicas y de ando del Ajusco, D.F. TESIS. UNAM. Fac. Ciencias. México.
- SILLER, D. 1980. "Desequilibrio ecológico por la tala". Uno más uno. México. Junio 8.
- _____. 1981a. "Hace 34 años se inició la mutilación del Ajusco". Uno más uno. México. Mayo 23.
- _____. 1981b. "Los bosques del Ajusco, reducidos 30% por viviendas y devastación". Uno más uno. México. Mayo 21.
- SOP (Ed.). 1976. Obras en los Parques Naturales. México.
- SPP (Ed.). 1981. Atlas nacional del medio físico. Carta de climas. 1:1,000,000. México.
- _____. (s.f.). Carta hidrológica de aguas superficiales. E 14-2. 1:250,000. México.
- SPURR, S.H. & B.V. BARNES. 1980. Forest Ecology. John Wiley & Sons. New York.

- TAMAYO, J.L. 1962. Geografía general de México. Tomos I, II y III. Instituto Mexicano de Investigaciones Económicas. México.
- VELA G., L. y J.C. BOYAS D. 1984. La tipología ecológica como base de planeación agropecuaria y forestal. In: Ciencia Forestal. Vol. 9(47): 3-20. INIF. SARH. México.
- WILDE, S.A. 1958. Forest Soils. The Ronald Press Company. New York.

APENDICE



GEOLOGIA

- T = TOBA
- B = BASALTO
- Bv = BRECHA VOLCANICA
- Igeb = IGNEA EXTRUSIVA BASICA
- Igei = IGNEA EXTRUSIVA INTERMEDIA
- re = RESIDUAL
- al = ALUVION
- A = ANDESITA

VEGETACION

- At = AGRICULTURA DE TEMPORAL
- Pz = PASTIZAL
- Mi = MATORRAL INERME
- A = OYAMEL
- AL = AILE
- P = PINO
- Q = ENCINO
- Bmm = BOSQUE MESOFILO DE MONTAÑA
- Sb = VEGETACION SABANOIDE
- C = CEDRO
- J = JUNIPERO

SUELOS

- H = FEZEM
- T = ANDOSOL
- Be = CAMBISOL
- I = LITOSOL

CAMINOS Y POBLADOS

- CARRETERA PAVIMENTADA
- AUTOPISTA
- LLLLLL POBLADO
- DIVISION POLITICA
- PREMUESTREO
- MUESTREO

Ficha 1 : DATOS ECOLOGICOS

SITIO No. _____ FECHA _____

REALIZO: _____ AREA MUESTREADA _____

LOCALIDAD (Paraje) _____ POBLACION MAS PROXIMA: _____

_____ MUNICIPIO: _____

ESTADO _____ MAPA- FUENTE: _____

CLAVE: _____ Esc. _____ AÑO _____

SUPERFICIE

RELIEVE _____ POS. TOPOGRAFICA VA*LA* _____ MES CRE PUE CI *
 EXP. N NE E SE S SW W NW _____ PEND* _____ % ALTITUD _____ m.s.n.m.

Microrrelieve: PL ON AC* Cond. hídricas: SE HU MH *

Vegetación _____ %

Hojarasca _____ % Espesor _____ cm. Composición _____

Material fino _____ % _____

Gravas y piedras _____ % _____

Rocas _____ % _____

Tipo _____

EROSION: Origen HI EO GH* Tipo LA SU CA TO * Grado L N S* Sup* _____ %

VEGETACION:

Tipo: _____

Asociación: _____

Vegetación clima x _____ Veg. Secundaria _____ Usos _____

Factores de disturbio ANI PLA ENF FE-M FUE HQM*

ESTRATIFICACION VERTICAL

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

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

OBSERVACIONES _____

Ficha 4: DISTRIBUCION DEL ARBOLADO *



No. de sitio: 16

No. de árboles: 25

Fecha: Septiembre 28

Realizó: C.N.P.

Especies forestales: *Pinus montezumae*, *Pinus hartwegii*, *Pinus teocote*,
Abies religiosa, *Alnus firmifolia*

1		
2	5	7
3		8
4	6	
13	11	9
12	10	18
		25
		24
	19	23
14		21
16		22
15		
	17	
	20	

* Ejemplo.

Apéndice III. Datos ecológicos, edafométricos y edafológicos de la Sierra del Ajusco.

No. de CUADRO	No. de SITIO	No. Bam./ CUADRO	VOLUMEN MARCHABLE (m ³ /sitio)	No. de Ar- BOLAS/sitio	ALTITUD (m.s.n.m.)	EXPOSICION	PENDIENTE (%)	FAC. DISTURBIO					PROP. SURLO			URBANIZACION	
								F	P	H	A	A	S	M	P	C	L
1	2		11,9104	8	2980	SE	10	X	X	X	X		X			X	
2	37		18,3093	12	2900	NW	10			X	X		X			X	
3	4		29,6336	12	2860	NE	20			X	X		X			X	
4	5		20,7522	13	2880	SW	20	X	X	X	X		X			X	
5	6		26,0035	14	2865	NE	15	X	X	X	X			X		X	
6	7		26,8004	15	2870	SW	8	X	X	X	X		X			X	
7	27		2,4179	35	2500	NW	28			X	X		X			X	
8	28		1,6570	37	2530	NW	13	X		X	X		X			X	
10	57		40,2803	20	2920	SW	20	X	X	X	X		X			X	
11	53		34,3088	12	3010	SW	20			X	X		X				X
12	56		61,5726	23	3015	N	12	X		X	X			X		X	
13	54		72,1232	45	2980	NW	5	X	X	X	X		X			X	
14	55		33,4378	20	2975	N	12	X		X	X			X		X	
15	24		31,5687	43	2910	SE	5	X	X	X	X		X			X	
16	35		22,5036	20	2920	SE	5	X	X	X	X			X		X	
17	9		31,2169	17	2915	SW	18	X	X	X	X		X			X	
18	12		60,0657	40	3040	SW	5	X	X	X	X		X			X	
19	14		30,4731	42	3200	S	3	X	X	X	X		X			X	
20	15		48,3833	25	3210	NW	15	X	X	X	X		X			X	
21	16		45,0385	22	3400	S	20	X	X	X	X		X			X	
22	51		25,3976	11	3240	S	30			X	X		X			X	
23	52		9,4132	22	3290	SW	5			X	X		X			X	
24	64		28,0217	12	3250	N	3			X	X		X			X	
25	39		20,7135	13	3365	S	22	X	X	X	X		X			X	
26	50		16,1889	17	3380	N	5			X	X		X			X	
27	47		8,4099	16	3430	NW	5	X	X	X	X		X			X	
28	65		5,4281	42	3460	S	30	X	X	X	X		X			X	
29	34		14,3659	18	2785	N	3	X		X	X		X			X	
30	59		75,4247	34	3169	NW	30			X	X			X		X	
31	23	1	15,5046	33	3100	N	20			X	X			X			
32	26	2	23,8126	42	3150	SW	20	X		X	X			X			
33	57	3	32,5971	41	3400	SW	10			X	X			X			
34	66	4	14,6614	20	3410	SW	22	X	X	X	X		X				
35	68	5	21,8302	44	3370	N	5	X		X	X		X				
36	61	6	58,9662	32	3350	NE	30	X	X	X	X		X				
37	62	7	13,5973	27	3400	NW	10			X	X		X				
38	60	8	27,0860	22	3380	SE	10	X		X	X			X			
39	13	9	39,0765	21	3250	SE	28			X	X		X				
40	18	10	71,3421	42	3300	N	35			X	X		X				
41	32	11	36,7998	35	3200	NW	5			X	X		X				
42	29	12	33,6016	24	3250	NE	32			X	X		X				
43	30	13	26,1369	16	3220	S	5			X	X			X			
44	72	14	32,1370	14	3200	N	5			X	X			X			
45	73	15	60,1311	33	3500	S	15						X				
46	70	16	29,8177	25	3190	S	32	X	X	X	X		X				
47	71	17	36,1057	24	3130	NE	20			X	X		X				
48	66	18	22,0930	17	3570	N	20			X	X		X				
49	48	19	31,4489	23	3500	S	12			X	X		X				
50	70	20	22,4439	24	3595	S	5			X	X		X				

Apéndice iv. Ejemplares registrados en el Herbario Nacional Forestal. [INIF]

ESPECIE	AUTOR	NUMERO
<i>Aneilema pulchella</i>	(HBK) Woodson	48867
<i>Commelina alpestris</i>	Standl. et Seyerm	48869
<i>Selloa plantaginea</i>	H.B.K.	48877
<i>Salvia hirsuta</i>	Jacq.	48910
<i>Stenanthium frigidum</i>	Kunth.	48913
<i>Potentilla haematochrous</i>	Lehm.	48928
<i>Physallis mollis</i>	Nutt.	48936
<i>Solanum demissum</i>	Lindl.	48937
<i>Eryngium carlinae</i>	Delar	48939

Apéndice v. Sinonimia moderna de algunas especies florísticas
identificadas (Rzedowski y Rzedowski, 1985).

Anterior	Actual
<i>Achillea lanulosa</i> Nutt.	<i>Achillea millefolium</i> L.
<i>Bacopa chamaedryoides</i> H.B.K.	<i>Bacopa procumbens</i> (Mill.) Greerm.
<i>Castilleja Shaffneri</i> Hensl.	<i>Castilleja moranensis</i> H.B.K.
<i>Cirsium pinetorum</i> Greerm.	<i>Cirsium ehrenbergii</i> Sch. Bip.
<i>Eupatorium amplifolium</i> A.Gr.	<i>Eupatorium rubricaulis</i> H.B.K.
<i>Gnaphalium leptophyllum</i> DC.	<i>Gnaphalium viscosum</i> H.B.K.
<i>Halenia brevicornis</i> var. <i>micranthella</i> All.	<i>Halenia brevicornis</i> (H.B.K.) G. Don.
<i>Penstemon gentianoides</i> Don.	<i>Penstemon gentianoides</i> (H.B.K.) Poiret
<i>Salvia cardinales</i> H.B.K.	<i>Salvia fulgens</i> Cav.
<i>Sibthorpia pichinchensis</i> H.B.K.	<i>Sibthorpia repens</i> (Mutis ex L.f.) O. Kuntze
<i>Stevia rhombifolia</i> H.B.K.	<i>Stevia ovata</i> Willd. var <i>ovata</i>
<i>Viola Grahamsi</i> Benth.	<i>Viola ciliata</i> Schl.
<i>Viola flageliformis</i> Hensl.	<i>Viola painteri</i> Rose & House
<i>Zinnia elegans</i> Jacq.	<i>Zinna violacea</i> Cav.