



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS
División de Estudios de Posgrado

EVALUACION DE UNA PLANTACION DE CONIFERAS EN EL VOLCAN AJUSCO, D. F.

T E S I S

Que para obtener el título de

MAESTRO EN CIENCIAS

(**Biología**)

P R E S E N T A :

RAUL SALAS GONZALEZ

México, D. F.

Septiembre de 1990

A CELIA Y NICTE-HA ITZEL

A MI MADRE Y HERMANOS.

CONTENIDO

	Pag.
AGRADECIMIENTOS	i
RESUMEN	ii
INTRODUCCION	1
- Prácticas Silvícolas	4
- Prácticas de Reforestación	8
- Objetivos	11
MATERIALES Y METODOS	12
- Descripción del Area de Estudio	12
- Vegetación	14
- Bosque de <u>Pinus hartwegii</u>	14
- Bosque de <u>Abies religiosa</u>	15
- Vegetación de Zacatonal	16
- Descripción de las Especies Empleadas	16
- <u>Abies religiosa</u>	16
- <u>Pinus ayacahuite</u>	18
- <u>Cupressus lindleyi</u>	19
- <u>Pinus rudis</u>	20
- Descripción de la Plantación y Metodología	20
- Análisis de Datos.	21
RESULTADOS	25
- <u>Pinus ayacahuite</u>	25
- <u>Abies religiosa</u>	27
- <u>Pinus rudis</u>	29
- <u>Cupressus lindleyi</u>	31
DISCUSION	33
- <u>Pinus ayacahuite</u>	33
- <u>Abies religiosa</u>	37
- <u>Pinus rudis</u>	38
- <u>Cupressus lindleyi</u>	40
- Parajes	42
- Parajes 1 y 2	42
- Parajes 3 y 4	43
- Paraje 5	45
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	46
LITERATURA CITADA	49

AGRADECIMIENTOS

El presente estudio se vió interrumpido cuando desapareció la institución gubernamental que lo había apoyado (Comisión de Ecología del D.D.F.). Gracias al Dr. Miguel Franco que estuvo de acuerdo en retomar el trabajo, fue como pudo ser posible su realización. Asimismo, por su interés y acertada dirección deseo expresarle mi más sincero reconocimiento.

Actualmente por la situación económica que prevalece en el país, no es sencillo llevar a cabo estudios de ésta índole dentro del D.D.F., por lo mismo deseo agradecer a la Comisión Coordinadora para el Desarrollo Rural las facilidades que me brindaron para lograr la finalización del presente. Particularmente a la Arq. Norma Ruz V., al Arq. René Sinta M. y al Lic. Mariano Barragán V.

Los miembros del jurado calificador hicieron una minuciosa revisión de la tesis, sus sugerencias contribuyeron a mejorar su versión final. Muchas gracias al Dr. Exequiel Ezcurra, Dr. Luis Bojorquez, Dr. Jesús Jasso, Dr. Manuel Torrès, Dr. Aurelio Fierros y al M. en C. Luis Pimentel.

Las instalaciones del Centro de Ecología de la Universidad Nacional Autónoma de México fueron fundamentales en el análisis y procesamiento de datos, además por su acervo bibliográfico. De la misma manera, deseo agradecer la ayuda recibida de Rubén Pérez, Horacio Paz y Gerardo Salvador compañeros del Laboratorio de Ecología y Fisiología de Árboles.

RESUMEN

Se realizó la evaluación de una plantación de coníferas efectuada en 1983, en 5 localidades al N y NW del volcán Ajusco, arriba de los 3,200 m.s.n.m., en la que se utilizaron las especies: Pinus rudis, Abies religiosa, Pinus ayacahuite y Cupressus lindleyi, las dos primeras especies se distribuyen naturalmente en dicho volcán, en tanto a las restantes se les encuentra dentro del mismo eje neovolcánico transversal.

Los muestreos se llevaron a cabo en 1984 y 1988 en 61 sitios elegidos al azar, con una superficie de 400 m cuadrados cada uno. Se tomaron datos de campo como altitud, exposición, pendiente; a cada individuo se le numeró y le fueron medidos los diámetros en la base, a los 15, 30, 45 y 60 cm, además de la altura total y su incremento anual. A partir de esta información se calculó el área basal y el volumen, asimismo, se realizó el registro de sobrevivencia de individuos.

En general en los parajes 1, 5 y 2 se observaron los mejores valores promedio de los parámetros estudiados. Contrariamente, en los parajes 3 y en el 4 se obtuvieron los más bajos registros. Así, en lo que respecta al incremento en altura, éstos fueron de 5.4 a 12.3 cm/año (1984) y de 11.6 a 38.2 cm/año (1988), a su vez en ese mismo periodo de tiempo en las localidades 3 y 4 la sobrevivencia de la especie P. ayacahuite fué de cero. En el último muestreo la especie P. rudis, solo alcanzó valores de 2.0 a 5.4 cm/año.

En el caso de la altura, para el primer muestreo no es muy claro lo que ocurre, debido a las diferentes alturas con las que se sembraron las plántulas. En 1988, su comportamiento se apega al antes señalado, de tal forma que tenemos valores que van de 37.8 a 132.0 cm y para los parajes 3 y 4 solo alcanzan valores de 13.2 a 19.5 cm. Cabe hacer mención que la especie de mayor talla es C. lindleyi con 107.9 y 132.0 cm, seguida de la especie P. ayacahuite con 70.9 cm.

En relación al volumen, en las localidades 1, 5 y 2, se presentaron los mejores valores. En 1984 estos fueron de 4.7 a 15.4 cm cúbicos y en 1988 fueron de 72.0 a 176.9 cm cúbicos. En los parajes 3 y 4 los volúmenes para 1988 oscilaron entre 17.4 y 30.4 cm cúbicos. Nuevamente las especies C. lindleyi y P. ayacahuite alcanzaron los mayores volúmenes con 176.9 y 145.9 cm cúbicos respectivamente. El área basal para 1988 varió de 3.1 a 5.6 cm cuadrados, en los parajes 1, 5 y 2, mientras que en el 3 y en el 4 solo fué de 1.1 a 2.0 cm cuadrados.

Finalmente la sobrevivencia es acorde con el comportamiento de las demás variables estudiadas, lo cual hace suponer que en los parajes 3 y 4 por factores ambientales, tales como la altitud, la exposición a vientos dominantes, así como la falta de atención condicionan el buen desarrollo de las especies.

INTRODUCCION

En las últimas décadas se han presentado serios problemas de deterioro ambiental en todo el planeta y México no es la excepción. Uno de los aspectos que constituyen una grave amenaza es la degradación de los bosques y selvas, ya que año con año se reporta una mayor superficie perdida o en proceso de erosión (Dudal, 1982). En los países subdesarrollados, anualmente desaparecen 20 millones de hectáreas de bosques, lo cual implica que cada minuto se talan, queman o destruyen más de 20 hectáreas (Enríquez, 1983).

La FAO (1981) estima que en los últimos siglos la desertificación ha sobrepasado los 9 millones de km², superficie comparable al desierto del Sahara, esto es, cuatro veces y media la extensión de la República Mexicana. Según cálculos de la FAO, para el año 2 000 se podrían perder 100 millones de hectáreas dado el ritmo actual de dicho proceso de destrucción. Esta misma organización indica que 125 000 ha de tierra agrícola de riego se pierden anualmente por problemas de salinización y/o de alcalinización.

La anterior situación es exacerbada por el cambio de uso del suelo, siendo frecuente su sustitución para la creación de nuevos campos agrícolas, o bien para la urbanización, industrialización, carreteras, vías férreas, líneas eléctricos de alta tensión, gasoductos, oleoductos y obras hidráulicas (Enríquez, 1983). Tan sólo la ganadería es responsable de la destrucción de 590 mil hectáreas de bosques y selvas en el país.

A diferencia del uso agrícola y forestal, cuyo rendimiento se mide en tons/ha/año, la ganadería solamente produce 9 kg/ha/año (González, 1988).

Según Smith (1981) en los bosques tropicales anualmente son deforestadas entre 10×10^6 y 25×10^6 ha. Los bosques, que en algún tiempo se distribuyeron en una gran parte de la superficie terrestre, ahora sólo cubren un 30 % de ella (Spurr, 1979). Se estima que a finales de este siglo solo la quinta parte de la superficie terrestre estará constituida por bosques (Nambiar, 1984) y en América Latina este recurso natural se reducirá a un 40 % de su extensión original (Smith, 1981).

Asimismo, se ha establecido que el consumo de madera y sus derivados tiende a incrementarse (Campbell, 1980). Dicho consumo de madera per capita varía notablemente entre un país subdesarrollado y un país desarrollado. Por ejemplo, en la India, Zaire y Sudán el consumo va de 0.01 a 0.02 m^3 /año, en tanto que en Europa, la U R S S, Japón y E U A, fluctúa entre los 0.7 y 31.8 m^3 /año. Canadá alcanza los 4.8 m^3 /año. Estas cifras son interesantes ya que demuestran que los países pobres, en donde la leña se utiliza para cocinar, son frecuentemente acusados de ser los responsables de la destrucción de bosques y selvas. El consumo industrial por los países desarrollados supera con mucho este consumo de sobrevivencia. Según proyecciones de la FAO (1978), el consumo mundial para uso industrial de madera será en el año 2025 de $5,876 \times 10^6 \text{ m}^3$, como combustible se requerirán $3,481 \times 10^6 \text{ m}^3$, es decir que casi se triplicarán los niveles de

demanda de este recurso natural en los próximos 35 años.

México cuenta con una superficie total de 200 millones de hectáreas, de las cuales 142.9 son de vocación forestal (70 %) y de éstas 17.2 millones (12 %) se consideran perturbadas en la forma de desmontes, erosión y acahuales (SFF, 1980). Dada la pequeña población nacional a principios de este siglo y la amplia explotación de los recursos naturales a partir de la segunda mitad de este, es de suponerse que la superficie forestal ha disminuido considerablemente.

En relación al tipo de vegetación, su extensión y el estado general de ella, no existen datos muy precisos. No obstante, se muestran los datos obtenidos de dos fuentes. Para 1978, fecha en la que se concluyó el único inventario nacional forestal, habiéndose iniciado éste en 1965, la superficie de dicho recurso renovable en el territorio nacional se calculaba en alrededor de 137 millones de hectáreas, de las cuales, en números redondos, 29 millones correspondían a bosques templados y fríos, 25 millones a selvas y 67 millones a vegetación arbustiva, hidrófila y matorrales. Asimismo, se consideró una superficie perturbada de 16 millones de hectáreas (INIF-SARH, 1983). La anteriormente llamada Subsecretaría Forestal y de la Fauna calculaba conservadoramente para 1974 que se perdían 200,000 ha de bosque cada año (SFF, 1974).

Por otro lado Sánchez et al. (1989) otorgan a los bosques templados y fríos una extensión de 40 millones de hectáreas, a la

zona semiárida y árida 104.98 millones, a las selvas 29.2 millones y a los trópicos secos 26 millones. Según los mismos autores, 12 millones de ha de la superficie de vegetación de bosques templados había sido desmontada para 1985, provocando una pérdida importante de suelo fértil.

En México, las Unidades de Administración Forestal (UAF) son las encargadas de dirigir la gestión de los bosques en sus aspectos de manejo, protección y fomento. Sin embargo, apenas en 1980 se constituyeron 64 Direcciones Técnicas Forestales, con lo que se llegaban a 75 Unidades de Administración Forestal en todo el territorio nacional (Cárdenas, 1980).

Prácticas Silvícolas

Como en otras naciones subdesarrolladas, debido a la escasa investigación, en nuestro país el manejo de los bosques se basa en las experiencias logradas en otras naciones. Debido a la urgente necesidad de elevar la producción maderable en relación al crecimiento de la demanda, la fase de investigación de mejores tratamientos silvícolas ha sido saltada, para ir directamente al uso extensivo del recurso, con criterios comerciales, más que silvícolas, lo cual compromete seriamente el ordenamiento forestal (Mas Porras, 1983).

Por tal motivo Chacón (1983) señala que a partir de 1976, se han iniciado una serie de trabajos de investigación que intentan superar las fallas del Método Mexicano de Ordenación Forestal,

considerando en ellos las características ecológicas, dendrométricas, epidométricas, topográficas, así como la biología y fisiología de las especies que constituyen los bosques en estudio.

La regeneración de un bosque no se puede separar de la protección y de su aprovechamiento, de tal manera que se requiere de la obtención de semilla suficiente y oportuna de las especies que se necesitan según el objetivo del manejo del bosque. El conocimiento de ellas, de sus características y de sus interrelaciones con el ambiente, así como al tratamiento silvícola al que serán sometidas es fundamental. Algunos ejemplos de las investigaciones que se realizan para la obtención de una regeneración natural en bosques sujetos a manejo son los siguientes:

Mas Porras (1983) analizó los siguientes tratamientos aplicados según la intensidad de corta: matarrasa (100 %), arboles padre (69 %), selección (54 %), cortas sucesivas (35 %) y testigo (0 %). De este estudio concluye que si se desea obtener una buena producción en volúmen formada principalmente por árboles grandes valiosos para aserrío y triplay, así como una regeneración aceptable, realizando derribos dirigidos y extracción por carriles, entonces sugiere el método de cortas sucesivas en fajas o rodales. A su vez, propone que el método de arboles padre se utilice si el objetivo del manejo es obtener una abundante regeneración, sin importar mucho la producción del

siguiente ciclo de corta. Si lo que se pretende es regularizar las masas para la ordenación del bosque, obtener un flujo grande de incorporación y asegurar un rápido abastecimiento de material celulósico, entonces recomienda emplear el método de corta a matarrasa en fajas o rodales. A su vez, si lo que se desea es conservar la irregularidad de las masas, proteger al máximo el suelo contra la erosión, evitar la invasión de malezas y asegurar una regeneración continua, se puede aplicar el método de selección en grupos.

Negreros y Snook (1984) llevaron a cabo un estudio en un bosque de pino-encino, a fin de observar qué método silvícola permitía un mayor reclutamiento de individuos por regeneración natural. En dicha investigación sólo se intervino al género Pinus y se observó que la regeneración estaba determinada principalmente por la abertura del dosel producida por la intensidad de corta. De esta manera el área basal promedio de regeneración en sitios de abertura total fue de $39.7 \text{ m}^2/\text{ha}$, en tanto que en las áreas intervenidas por el método de selección fue de $4.7 \text{ m}^2/\text{ha}$ y en las áreas no intervenidas su valor correspondiente fue de $1.5 \text{ m}^2/\text{ha}$. Indican también que el encino, al no ser manejado, empieza a tener una mayor dominancia en el dosel, afectando a las especies de pino, ya que éstas son intolerantes a la sombra. Por este motivo, se recomienda que el encino sea también intervenido, sin embargo, mencionan el escaso mercado de esta madera.

Mas Porras (1983) menciona que las sugerencias de manejo que presentó no pueden generalizarse, pues están en relación a las

condiciones del bosque, del medio, de las especies concernientes, así como de la evolución que presenten las masas cuando han sido intervenidas.

Un ejemplo de ello es el trabajo de Chacón (1983) en el que aplica el Método de Árboles Padres para un bosque de P. arizonica en el que se busca una mejor regeneración. En su estudio encontró que entre mayor es el número de árboles padres por hectárea mejores resultados se obtienen, como en el caso de la parcela con 20 ind/ha. Las condicionantes ambientales que estuvieron en juego fueron el clima, la topografía, agentes de disturbio como el pastoreo errante y la competencia por luz y nutrientes entre el estrato herbáceo y la regeneración. El autor señala que antes de aplicar el tratamiento silvícola, la regeneración no había sido lograda debido a la compactación del suelo y a las condiciones edafológicas no adecuadas, a pesar de que se habían presentado buenos años de producción de semilla. En consecuencia, fue necesario tratar mecánicamente el suelo.

La superficie mundial forestal es de 3 915 millones de hectáreas, de las cuales 1 774 son accesibles y de ellas 1 124 se encuentran bajo explotación comercial. En Iberoamérica y África las prácticas silvícolas se aplican en menos del 40 % de sus bosques. Es muy grande la proporción de bosques en países de los cinco continentes en los cuales no se emplea la Silvicultura. Es por ello que en muchas naciones hay un enorme campo de aplicación práctica de los estudios silvícolas

El método de matarrasa es muy común en países de gran desarrollo forestal como Finlandia, Suecia, Canadá y EUA, en los cuales se aplican reforestaciones artificiales, observándose incrementos en las masas forestales.

Este procedimiento se utilizó por primera vez en Alemania en 1876 y ha dado buenos resultados en varias regiones del mundo. Sin embargo, cuando no se han seguido las recomendaciones silvícolas que las caracterizan, ha sido factor de destrucción en amplias zonas forestales del mundo, como en Alemania misma.

Prácticas de Reforestación

De acuerdo a la FAO, en 1977 1 165 millones de m³ o sea el 47 % de la producción mundial, fueron empleados como combustible, en los países desarrollados. Este uso representa el 20 % del consumo total de madera en estos países. Por otro lado en los subdesarrollados, el consumo de madera como combustible puede representar el 90 %. Tal es el caso de África.

La necesidad de intensificar la investigación, la producción y la transformación de la madera en combustible es actualmente un aspecto básico para todas las naciones. Sin embargo depende de la situación de cada una de ellas. En los países en desarrollo, 1 500 millones de personas necesitan la madera como principal fuente de energía para cocinar y para proveerse de calor. Desafortunadamente, la sobreutilización del recurso provoca problemas serios de deforestación (Hakkila, 1982).

Es por esto, que en varias naciones se han iniciado desde hace algunos años, la creación de plantaciones energéticas o de rotación corta. Países como Brasil ofrecen estímulos fiscales a la iniciativa privada y el mismo gobierno impulsa trabajos de reforestación con fines industriales y energéticos. Para 1977 contaba ya con plantaciones en 2,477,000 ha, con una meta a cubrir de 10 millones de hectáreas para el año 2,000.

Finlandia, Suecia, Nueva Zelanda y Filipinas entre otros, dependen entre un 60 y un 90 % de importaciones petroleras para cubrir sus necesidades energéticas, razón por la cual están creando plantaciones de rotación corta con P. radiata, con álamos (Populus spp), con una leguminosa de alto valor calorífico originaria de Centro América Leucaena leucocephala, etc. Estas plantaciones resultan rentables a pesar de que requieren de inversión en maquinaria, insumos, riego, equipo de cosecha, equipo de carga e instalaciones para el secado de la madera y almacenamiento, (Zsuffa, 1982).

En la práctica silvícola, es primordial la aplicación de métodos que contribuyan a obtener la regeneración, ya que de ellos depende la producción. No obstante, González (1979) señala que la mitad de la superficie forestal en México, se encuentra en un acelerado proceso de erosión y por tanto al margen de un uso productivo. Asimismo, Nambiar (1984) y Campbell (1980) señalan que a fin satisfacer la demanda de madera a nivel mundial, de acuerdo a las expectativas proyectadas para principio del siguiente siglo, se requiere llevar a cabo la creación de bosques

por medio de plantaciones bien planeadas de especies de madera dura y blanda, que sean más rentables a los que actualmente se tienen. Estos mismos autores sostienen que las investigaciones han demostrado que a pesar de que la producción de las plantaciones depende ampliamente de las especies utilizadas y del ambiente, en general las especies introducidas tienen un mayor rendimiento que las especies nativas.

Ante esta problemática se han realizado numerosas plantaciones forestales, aunque muy pocas con fines comerciales, por parte de industrias del ramo, tales como las de San Rafael ,Edo. de México (UIEFSR, 1971), las de Tuxtepec, Oaxaca (UIEPT, 1974) y las de Loreto y Peña Pobre, Distrito Federal, Edo. de México y Morelos (UFO, 1982), entre otras.

La mayoría de las reforestaciones se han llevado a cabo con el objeto de restaurar áreas forestales degradadas, como las que han realizado la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH) y la Comisión Coordinadora para el Desarrollo Rural (COCODER) en el Distrito Federal. Otras se han establecido para reducir el asolve de las presas, como en la Cuenca de Cointzio (Michoacán). Este tipo de plantaciones se han conocido como "labores de restitución ecológica de cuencas".

En las áreas boscosas al sur de la Ciudad de México, las fábricas de papel Loreto y Peña Pobre fueron las encargadas de llevar a cabo las plantaciones forestales, en coordinación con la Unidad de Ordenación Forestal, por un margen aproximado de 40 años. A

partir de mediados de la década de los setenta la SARH, así como la COCODA, iniciaron trabajos con el fin de restaurar las masas forestales anteriormente explotadas.

Desde entonces estos trabajos se han realizado cada año. Sin embargo, los resultados obtenidos en ellos son meramente cualitativos o bien se concretan a proporcionar datos porcentuales de la sobrevivencia para el primer año (COCODA, 1982) sin que se lleve un registro posterior del comportamiento en el desarrollo de las especies empleadas.

OBJETIVOS

En el Ajusco se han introducido millones de brinzales de diversas especies (COCODA, 1982) sin que se sepa cual ha sido el resultado obtenido con dichas prácticas. El objetivo general del presente estudio fué realizar una evaluación del estado de conservación y desarrollo de las especies de coníferas introducidas en el año de 1983 en cinco parajes de los bosques de Abies religiosa y Pinus hartwegii de dicho volcán.

Los objetivos particulares fueron:

- 1) Determinar la sobrevivencia de cada especie después de 1 y 5 años de su introducción.
- 2) Evaluar el crecimiento de cada especie después de 1 y 5 años de introducidas.
- 3) Realizar inferencias sobre los factores que determinan el éxito de cada especie en las distintas localidades.

MATERIALES Y METODOS

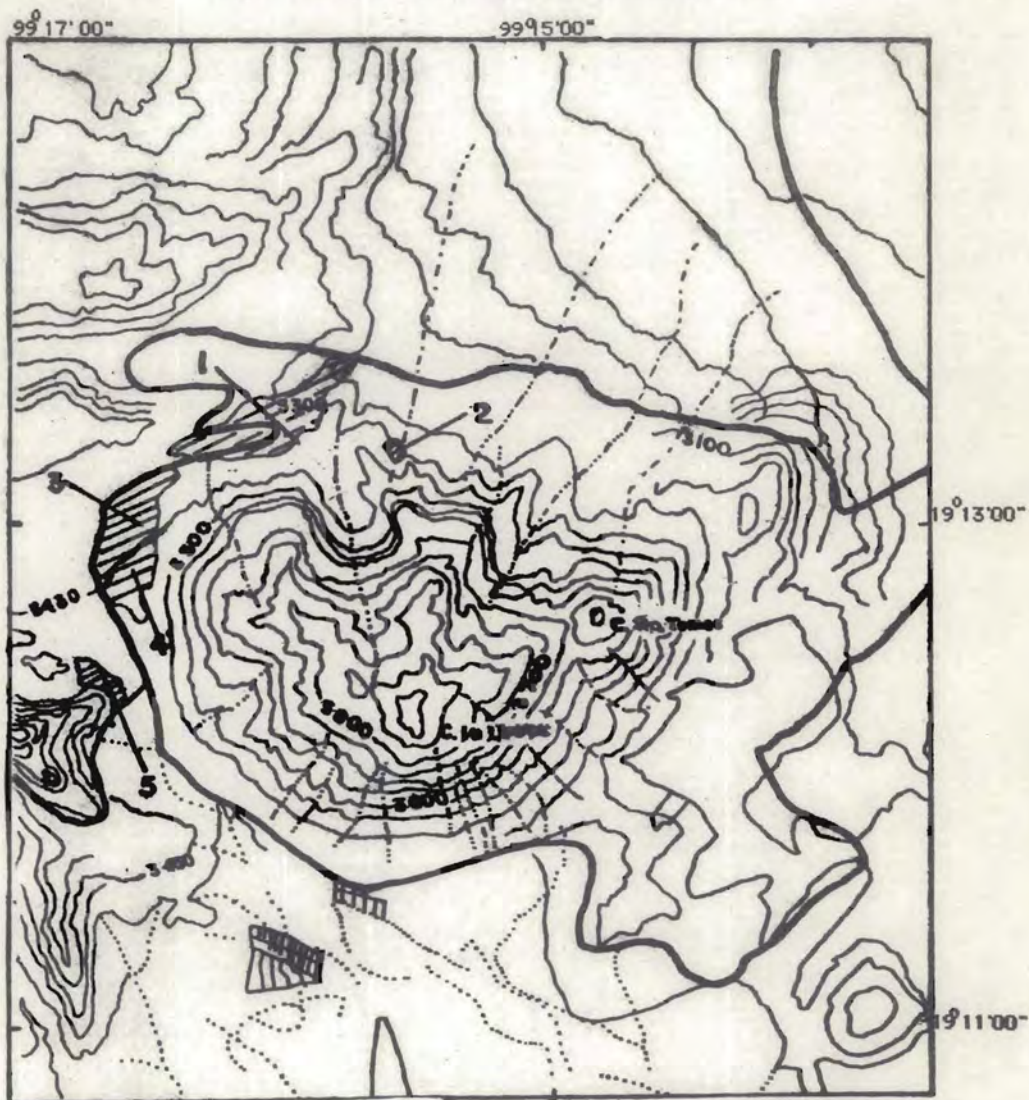
Descripción del Area de Estudio

El área de interés se encuentra ubicada en la Sierra del Ajusco, que enmarca la zona sur del Valle de México. Su ubicación geográfica está entre los $99^{\circ} 15' 40''$ y los $99^{\circ} 16' 50''$ de longitud Oeste y entre los $19^{\circ} 12' 30''$ y $19^{\circ} 13' 45''$ de latitud Norte. La altitud varía de los 3,200 a los 3,390 metros sobre el nivel del mar (Fig. 1). Su formación geológica data, del cuaternario, surgiendo junto con el volcán Popocatepetl y la Sierra del Chichinautzin, hace aproximadamente 700,000 años Mosser (1975). Este fue el último de siete eventos geológicos que dieron origen a la cuenca endorreica de México, a partir de lo cual se formó un gran sistema de lagos.


La serranía, y concretamente el volcán Ajusco, es una porción del Eje Neovolcánico Transversal, constituida por rocas ígneas extrusivas (DETENAL, 1975). A partir del Ajusco se forman dos ríos. El primero, el cual nace al este, cerca del poblado del mismo nombre, es el Río San Buenaventura. Este desemboca finalmente en los canales de Xochimilco. El segundo río, el cual nace al oeste, es el Río Eslava, que fluye hasta cerca del Pueblo de Contreras.


Debido al tipo de rocas existentes la infiltración es considerable, de tal manera que en la zona hay formación de manantiales, siendo común la captación de ellos por parte del

Fig. 1 Mapa de Localización del Area de Estudio, Volcán Ajusco, D.F.



SIMBOLOGIA

 Carretera

 Curva de nivel

1, 2, 3, 4, 5 Parajes reforestados

Escala 1: 40 000

Departamento del Distrito Federal, aún desde la partes más altas. El escurrimiento superficial es mínimo, por lo que los arroyos son de temporal, corriendo sobre lechos que van de superficiales a medios (CHCVM, 1964).

En general, el clima está determinado por la situación geográfica, así como por la altitud y por la topografía. La zona presenta poca oscilación anual de las temperaturas medias mensuales (menor a 5 C), debido a la influencia de la zona tropical. En cuanto a la circulación atmosférica, ésta presenta vientos del Este con predominio de los vientos alisios. Las lluvias tienen un régimen de verano, con influencia de ciclones tropicales.

En razón de las altitudes superiores a los 3,000 m sobre el nivel del mar, se manifiestan características de zonas templadas y frías como la disminución de la temperatura y vientos secos del Oeste en invierno. Por su variada topografía prevaleten lluvias de tipo orográfico y diversos gradientes de temperatura y humedad.

Por todo lo anterior el clima del área en la clasificación de García (1978) es C (W) (w) b²i es decir templado, el más húmedo de los subhúmedos, con una mayor precipitación y menor temperatura cuando la altitud aumenta, el cociente P/T mayor a 55, con porcentaje de lluvia invernal menor de 5% del total anual. Por su altitud superior a los 2 800 m tiene características semifrías con verano fresco y largo, la

temperatura media mensual del mes más frío entre -3 y 18 C. La temperatura media del mes más cálido está entre 6.5 y 22 C.

Vegetación

Las comunidades vegetales presentes corresponden a las características fisiográficas, geológicas y climáticas de las áreas templadas húmedas y están constituidas por bosques de pino, cuya especie dominante es P. hartwegii y por bosques de oyamel - Abies religiosa -, además de la presencia de zacatonales.

En particular en las dos primeras es interesante observar su distribución. A. religiosa presenta exposiciones NE ocupando lugares frescos, en tanto que en P. hartwegii su orientación es NW, con dirección SW. Esto significa que los bosques de P. hartwegii están más expuestos a los vientos secos y fríos dominantes en invierno y con una clara tendencia a ocupar sitios más altos. Toda esta región está incluida dentro del área de conservación ecológica en el Distrito Federal (DDF, 1987; COCODER, 1987).

Bosque de Pino

La mayor parte del área del estudio está cubierta por bosques de pino (P. hartwegii) arriba de los 3,350 msnm y colindando al NE con el bosque de oyamel. La precipitación anual fluctúa entre los 700 y 1200 mm. Los suelos son someros y en ocasiones rocosos. Los pinares son bastante abiertos y miden entre 5 y 20 m de alto. Son

escasos los arbustos asociados, pero las gramíneas amacolladas son abundantes, (Martínez, 1945; Rzedowski, 1986).

En estos bosques los suelos son de color pardo grisáceo muy oscuro, de textura de migajón y franca limosa, con un pH que va de 5.65 a 6.25. El contenido de materia orgánica varía de 3.89 a 13.25 %, los valores de calcio varían de 0.063 a 0.162 meq/100g y el contenido de alopino va de alto a muy alto (Shimada, 1972).

Actualmente la zona es utilizada con fines pecuarios no siendo raro encontrar ganado vacuno y ovino errantes. La zona del bosque de A. religiosa presenta también pastoreo incontrolado, pero a su vez es más frecuentada con fines de esparcimiento.

Bosque de Oyamel

En la parte NE se encuentra un bosque de oyamel (A. religiosa) a 3,200 msnm, con una precipitación anual entre los 1,000 y 1,400 mm, coincidiendo con zonas de alta nubosidad y con una temperatura media anual que varía de 7.5 a 13.5 °C. Es un bosque denso, de entre 20 y 40 m de altura, con suelos profundos. La cubierta arbustiva y herbácea es escasa. Según se ha observado, el límite de la distribución del bosque de A. religiosa está dado más por razones de baja humedad que por las de bajas temperaturas (Madrigal, 1967; Hernández, 1985).

Los suelos en donde A. religiosa forma bosques de dosel muy cerrado son de color pardo grisáceo muy oscuro, de textura de

migajón arenosa, con valores de pH que van de 6.2 a 7.0. El contenido de materia orgánica varía de 1.3 a 12.0 % , los valores de calcio van de 0.050 a 0.130 meq/100g y el contenido de alofano es alto (Shimada, 1972).

Vegetación de Zacatonal

Esta comunidad está dominada por gramineas altas y amacolladas, principalmente de los géneros Festuca, Calamagrostis, Muhlenbergia y Stipa. Se encuentran entre los 3 000 y 4 300 m constituyendo la vegetación de páramo de altura, ocupando los claros en los bosque de pino y oyamel (Rzedowski, 1986). Esta comunidad se ve favorecida por los constantes incendios presentes en cada época de sequía, siendo un factor importante de deterioro y perturbación de las áreas forestales, pues en ellos se pierde mucho renuevo natural y con ello se provoca el establecimiento de gramineas.

Descripción de las Especies Empleadas

Las especies bajo estudio corresponden a los géneros Pinus, Abies y Cupressus.

Abies religiosa

La especie A. religiosa es abundante en la región central del país, donde forma bosques extensos que en la mayoría de las veces son puros, aunque se ha visto que puede formar mosaicos o asociaciones con especies de los géneros Pinus, Cupressus o

Pseudotsuga y a veces con Quercus, principalmente. Según Martínez (1948) esta especie se localiza en las zonas montañosas del Distrito Federal y en los estados de Hidalgo, Veracruz, Michoacán, Jalisco, Morelos, México, Guerrero y Tlaxcala.

Diversos autores indican que los bosques de oyamel observados en México están confinados a laderas, por lo regular protegidos de la acción de los vientos fuertes y de insolación intensa. Por otro lado se debe señalar que han sido encontrados también con frecuencia restringidos a barrancas y cañadas más o menos profundas, ya que los valles, las laderas suaves, son los de mayor alteración por la actividad humana, presentándose diferentes grados de deforestación y perturbación.

En cuanto a los requerimientos climáticos para el desarrollo de los bosques de Abies se deben mencionar condiciones de temperatura baja y con poca oscilación térmica diurna; con una humedad relativa alta o más o menos constante, características presentes en las grandes altitudes del país.

De acuerdo a lo observado por Hernández (1985), la presencia de oyameles está condicionada principalmente por la humedad, más que por la temperatura, ya que su tolerancia a este factor climático es mayor de lo que se podría suponer, siendo más bien la distribución regional de la humedad lo que determina los límites de su distribución altitudinal. En el Valle de México coincide con el techo usual de la nubosidad de unos 3,000 a 3,500 msnm (Madrigal, 1967).

La madera de A. religiosa es moderadamente ligera y relativamente blanda, lo cual la hace apropiada para la obtención de pulpa para papel, es también empleada para madera de aserrio, en la fabricación de cajas y canastas, así como para empaques de alimentos. Madrigal (1967) refiere el uso del oyamel en la industria de la construcción y en las telecomunicaciones - postes y durmientes- ; asimismo, por su agradable aroma ha sido utilizada como árbol navideño o en festividades religiosas en comunidades rurales.

Se debe indicar que sus bosques en los parques nacionales son los más visitados por su belleza, además de su utilidad en la prevención de la erosión ya que ocupan sitios con fuertes pendientes.

Pinus ayacahuite

Ambientalmente esta especie está muy relacionada con la anterior. Por lo general forma masas puras no muy grandes, habitando o cohabitando con el oyamel en cañadas y barrancas, o en lugares frescos, húmedos y protegidos de vientos fuertes; no obstante, no es tan resistente a bajas temperaturas. Su límite altitudinal no es muy claro pero se le ha encontrado abajo de los 3,500 msnm, en sitios con una precipitación superior a los 1,000 mm anuales. Se distribuye en las Sierras Madre Oriental y Occidental, en el Eje Neovolcánico Transversal, en Chiapas y en Centro América (Martínez, 1948).

En similitud con A. religiosa es una de las especies más utilizadas en el país (Rzedowski, 1978). Destaca por su follaje verde oscuro y hojas flexibles, por su color rojizo (Martínez, 1948), por su durabilidad y su aroma. La madera de esta especie es la más apreciada en el país y se emplea en la elaboración de muebles, actividad a la cual se dedican artesanos del Edo. de México. Recientemente ha sido empleada como árbol navideño, extrayéndose de plantaciones que han sido realizadas en el Estado de México y en el Ajusco con tal objetivo. Su trementina es captada por la industria farmacéutica para la elaboración de medicamentos.

Cupressus lindleyi

Esta especie se encuentra en altitudes que fluctúan entre los 2,000 y 3,200 m.s.n.m., en climas que van de templados a fríos, pero generalmente en sitios abrigados y algo húmedos, en barrancas o a las orillas de los ríos, de preferencia en lugares con suelos profundos. No forma agrupaciones uniformes y frecuentemente se entremezcla con A. religiosa o con P. ayacahuite.

Son árboles de rápido crecimiento de entre 15 y 35 m de altura. Su madera es blanca, ligeramente amarillenta y de buena calidad; se emplea en la construcción y en la fabricación de papel, del género, ésta es la especie que se distribuye con mayor amplitud, desde el Norte del país hasta Chiapas, principalmente por la Sierra Madre Occidental y el Eje Neovolcánico Transversal

(Madrigal, 1967).

Pinus rudis

Esta especie se localiza en lugares de clima frío, con altitudes que van de 2,800 a 3,500 msnm. Debido a su relación y similitud con P. hartwegii en ocasiones suele clasificarseles como una sola especie (Miranda, 1941 ; Mirov, 1967).

Vive en suelos someros y secos, sustituyendo a P. montezumae en los lugares más altos (Miranda, 1954). Una característica importante es su resistencia a incendios forestales. Son árboles de hasta 25 m de altura, distribuyéndose en el Eje Neovolcánico Transversal. En la Serranía del Ajusco esta especie fué extraída durante muchos años por las industrias concesionarias para la obtención de papel.

Descripción de la plantación y metodología

En 1983, la entonces Comisión de Ecología realizó la introducción de varias especies de coníferas a fin de restaurar áreas forestales perturbadas, en colaboración con comunidades ejidales de Cuajimalpa, M. Contreras, Tlalpan, Xochimilco y Tláhuac, D.F. Una de éstas se llevó a cabo en aproximadamente 63 ha repartidas en cinco localidades al N y NW del volcán Ajusco (CE-DDF, 1983). En estos mismos sitios ya habían sido realizadas reforestaciones anteriores sin lograr ningún éxito (COCODA, 1982). En cada uno de dichas localidades se determinó la altitud, la exposición y el tipo de bosque presente (Cuadro 1).

Los brinzales obtenidos fueron producidos en envases de polietileno negro en los viveros de las fábricas Loreto y Peña Pobre. De acuerdo con las existencias, se emplearon las especies Pinus rudis, Abies religiosa, Pinus ayacahuite, y Cupressus lindleyi, semilla cuya procedencia fuè de los bosques circunvecinos a su vivero de "La Venta", colindante al Parque Nacional Desierto de los Leones (CE-DDF, 1983).

La superficie reforestada fuè definida con un planimetro digital Planix Tamaya, en las cartas Volcàn Ajusco y Cerro el Triàngulo a escala 1:10,000, del sistema cartogràfico catastral de la Tesoreria del Distrito Federal cuyas claves respectivas son: E14A49-12 y E14A49-11, (Fig 1).

Para estos 5 parajes o localidades se utilizò el nombre conocido en el lugar, que son: Joya Grande, Joya Chica, Piedra Reventada, Pie del Corredor y Puerta de Cantimplora. La especie P. ayacahuite se empleò en los cuatro primeros parajes, A. religiosa únicamente en el primero, P. rudis en el uno, tres y cuatro, finalmente C. lindleyi se empleò en la primera y en la quinta localidad (Cuadro 1).

Para la evaluación del èxito de estas plantaciones se eligieron al azar 61 sitios de muestreo con una superficie de 400 m² cada uno. Estos 61 sitios fueron distribuidos en proporciòn a la superficie plantada en cada paraje, de la siguiente manera: Paraje 1, 15 sitios; paraje 2, 2 sitios; paraje 3, 20 sitios; paraje 4, 15 sitios y paraje 5, 9 sitios (Cuadro 1).

Cuadro 1. Localidades del Estudio

CARACTERÍSTICAS	PARAJE 1	PARAJE 2	PARAJE 3	PARAJE 4	PARAJE 5
ALTITUD (msnm)	3,200	3,240	3,300	3,340	3,390
EXPOSICION	N	NE	NW	NW	NE
SUPERFICIE (ha)	33	2	12	9	7
SITIOS (No.)	15	2	20	15	9
ESPECIES presentes	5,2	5,2	5	5	5
ESPECIES introducidas	1,2 3,4	1	1,3	1,3	4

ESPECIES: 1 - *Pinus ayacahuite*, 2 - *Abies religiosa*, 3 - *Pinus rufis*, 4 - *Cupressus lindleyi*, 5 - *Pinus hartwegii*.

PARAJES: 1 - Joya Chica, 2 - Joya Grande, 3 - Piedra Reventada, 4 - Pie del Corredor, 5 - Puerta de Cantimplora (Volcón Ajusco).

Cuadro 2. Hoja de registro en cada sitio

PARAJE	SITIO	ESPECIE	INDIVIDUO	r. BAS (cm)	r. 15 (cm)	r. 30 (cm)	r. 45 (cm)	r. 60 (cm)	IA (cm)	AT (cm)	M	VOL (cm ³)
1	1	1	1	0.30	0.40	0.00	0.00	0.00	5	24	0	5.906
1	1	1	2	0.40	0.30	0.00	0.00	0.00	4	21	0	6.377
1	1	1	3	0.35	0.00	0.00	0.00	0.00	3	13	0	1.668
1	1	1	4	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00	9	30	0	15.708
1	1	1	10	0.50	0.25	0.00	0.00	0.00	6	19	0	7.134
1	1	1	11	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00	5	38	0	17.802
1	1	1	12	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00	14	60	0	23.562
1	1	1	13	0.75	0.50	0.00	0.00	0.00	8	40	0	25.198
1	1	1	14	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	3	14	0	0.330
1	1	1	15	0.75	0.50	0.25	0.00	0.00	9	40	0	26.180
.
.
.

r. Bas - radio en la base, r. 15 - radio a los 15 cm, r. 30 - radio a los 30 cm, r. 45 - radio a los 45 cm, r. 60 - radio a los 60 cm sobre el nivel del suelo. IA - Incremento en altura, AT - Altura total, M - Muerto durante el estudio y Vol - Volumen . . .

En cada uno de los 61 sitios se obtuvo de los individuos presentes la siguiente información: número de individuo, diámetros en la base, a los 15, a los 30, a los 45 y a los 60 cm sobre el nivel del suelo, el último incremento anual en altura, altura total y sobrevivencia (e.g. Cuadro 2). Los diámetros fueron medidos con un vernier y las alturas con una cinta métrica metálica.

A partir de los diámetros y de la altura se estimó el volumen de acuerdo con las ecuaciones establecidas por Husch et al (1982). En estas ecuaciones se asume que el árbol está formado por una serie de conos truncados con base d_i y diámetro superior d_j a una distancia K . En consecuencia, el volumen del tronco se obtiene sumando los conos truncados que en conjunto más el cono de la punta forman el tronco:

$$V = S h_{ij} / 3 (A_i + 1/2 A_i A_j + A_j) + 1/3 A_k h_k$$

en donde: V = volumen del tronco
 h_{ij} = largo de la sección del tronco
 A_i = área de la base del cono
 A_j = área de la parte superior del cono truncado
 A_k = área del cono formado por la punta del árbol
 h_k = largo del cono formado por la punta del árbol

Considerando la altura total y sustrayendo el último incremento anual, se determinó la altura total al año anterior y el área basal se obtuvo de acuerdo a la fórmula de la circunferencia, de acuerdo al diámetro al raz del suelo.

Después se procedió a la ordenación de los datos registrados y a su análisis estadístico. Dicha información se presenta posteriormente en cuadros y figuras.

Análisis de Datos

El segundo muestreo se realizó en Noviembre de 1988, remidiéndose los mismos sitios. De esta manera se observaron los cambios de los valores en las variables de crecimiento y la sobrevivencia de las especies y localidades estudiadas previamente en 1984. Los sitios contenían una, dos o tres especies, debido a que la reforestación no se basó en un objetivo experimental, sino de restauración de masas forestales, por lo que no se introdujeron todas las especies en los cinco parajes.

La información recopilada de los sitios de muestreo fue sometida a un análisis de varianza y a una prueba de comparación de medias (SNK al 0.05). De este modo, la descripción que a continuación se presenta de las variables en estudio, está basada en sus valores promedio.

Por último, una vez obtenido el volumen medio por sitio en cada paraje se estimó el volumen medio por hectárea, el cual fue obtenido de la siguiente manera:

$$V \text{ ha} = 25 v$$

donde : v = volumen promedio por sitio.
25 = proporción del tamaño del sitio respecto a una hectárea.

Una vez calculado el volumen promedio por hectàrea, se estimò su incremento medio anual (IMAV):

$$\text{IMAV} = V / n$$

donde : V = Volumen medio por hectàrea.
n = No. de años desde el inicio
de la plantaciòn.

RESULTADOS

En virtud de que la plantación no se efectuó con fines experimentales, sino únicamente como medida de repoblación forestal, su diseño no involucra a todas las especies en cada uno de los cinco parajes (Cuadro 1). Los valores promedio para las variables registradas en los muestreos efectuados en los años 1984 y 1988 se presentan en los cuadros 3 y 4. Del mismo modo, en las figuras 2 a la 5 se puede observar el comportamiento general por especie y paraje en altura, incremento en altura, volumen y sobrevivencia para el último muestreo.

De ello cabe señalar que en las localidades 1 y 2 se encuentran los mejores valores para las variables en estudio, incluyendo la sobrevivencia. Asimismo, las especies P. ayacahuite en los parajes 1 y 2, así como C. lindleyi en las localidades 1 y 5 destacan por poseer los mejores registros, a pesar de que en ese último paraje se registraron valores más pequeños para dicha especie.

Pinus ayacahuite

La especie P. ayacahuite empleada en los primeros cuatro parajes, presentó en el segundo de ellos su mejor incremento anual en altura, tanto en 1984 como en 1988 (Cuadros 3 y 4), con 8.78 y 14.09 cm respectivamente. Para la localidad 1 estos fueron de 7.72 y 13.43 cm para esos mismos años. Debido a que no hubo sobrevivencia en el segundo muestreo, en los parajes 3 y 4 sólo

Cuadro 3. Valores Promedio por Paraje y Especie - 1984

PA - RAJE	ESPE- CIE	INCR.ALT (cm)	ALT.TOT (cm)	ALT.ANT (cm)	VOLUMEN (cm ³)	A.BASAL (cm ²)	SOBREVIV. (%)
1	1	7.72	34.74	27.19	10.39	0.68	92
	2	8.53	26.25	17.84	5.74	0.49	83
	3	5.42	13.71	8.53	4.70	0.81	86
	4	12.31	66.47	54.50	15.43	0.63	100
2	1	8.78	36.81	28.02	10.00	0.55	100
3	1	2.71	29.82	28.31	18.34	1.04	22
	3	2.00	8.73	8.70	3.02	0.97	41
4	1	5.39	36.08	31.91	17.86	0.80	11
	3	3.00	2.96	2.95	0.85	0.70	50
5	4	12.33	31.30	19.18	13.02	0.95	32

ESPECIES: 1.- *Pinus ayacahuite*, 2.- *Abies religiosa*, 3.- *Pinus rudis*, 4.- *Cupressus lindleyi*.

Cuadro 4. Valores Promedio por Paraje y por Especie - 1988.

PA - RAJE	ESPE- CIE	INCR.ALT (cm)	ALT.TOT (cm)	ALT.ANT (cm)	VOLUMEN (cm ³)	A.BASAL (cm ²)	SOBREVIV. (%)
1	1	13.43	63.85	51.64	145.94	5.61	28
	2	15.23	56.59	43.19	69.44	3.13	39
	3	11.62	38.11	28.40	88.04	4.64	61
	4	38.25	132.00	93.75	176.97	4.39	56
2	1	14.09	70.98	57.37	93.73	3.23	32
3	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
	3	8.12	19.90	13.63	30.45	2.03	16
4	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
	3	7.15	13.19	9.17	17.19	1.12	30
5	4	32.36	107.51	75.54	137.97	3.83	25

ESPECIES: 1.- *Pinus ayacahuite*, 2.- *Abies religiosa*, 3.- *Pinus rudis*, 4.- *Cupressus lindleyi*.

se determinò su incremento en altura en 1984, con valores correspondientes de 2.71 y 5.39 cm.

Dichos valores fueron los menores para esta especie en ese primer muestreo, lo cual sugiere que estos dos parajes (3 y 4) no presentaban condiciones propicias para su desarrollo. En ese mismo año P. ayacahuite mostrò diferencias significativas entre los parajes para esta variable (Cuadro 5). En 1988 ya no hubo diferencias significativas en el incremento en altura entre las localidades 1 y 2.

Los valores extremos de la altura total en el primer muestreo se encontraron en los parajes 3 (29.82 cm) y 2 (36.81 cm). Al parecer, las diferencias iniciales, debidas al tamaño de los brinzales traídos del vivero, determinaron que a pesar del bajo valor del incremento en altura en el paraje 4, la altura total en este paraje no difiriera de la altura total en los parajes 1 y 2 (Cuadro 6). No obstante el paraje 3 al incrementar solamente en promedio 2.71 cm/año (Cuadro 3), fue el grupo con el menor valor de la altura total (Cuadro 6). A su vez, en 1988 no se presentaron diferencias significativas en la altura total entre los parajes 1 y 2 (Cuadro 7).

En cuanto al volumen, en 1984 en los parajes 3 y 4 se alcanzaron valores significativamente mayores en razón de ser los brinzales más altos y/o con mayor área basal (Cuadro 3 y 8). La mayor área basal de los individuos en el paraje 3 fuè significativamente diferente a la encontrada en los otros tres parajes (Cuadro 9).

Cuadro 5. Análisis de Varianza del Incremento en Altura de P. ayacahuite en los parajes 1, 2, 3, y 4, para el año de 1984

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	COCIENTE DE F	PROBABILIDAD DE F
Entre grupos	3	2285.16	761.72	56.22	0.0
Intra grupos	699	9469.03	13.54		
PARAJE					
Incremento promedio en Altura (cm)		3	4	1	2
		2.71	5.39	7.72	8.78

Las líneas horizontales que unen a los distintos parajes indican aquellos que no difieren significativamente entre sí ($p > 0.05$).

Cuadro 6. Análisis de Varianza de la Altura Total de P. ayacahuite en los parajes 1, 2, 3 y 4, para el año de 1984

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	COCIENTE DE F	PROBABILIDAD DE F
Entre grupos	3	4100.69	1366.89	12.22	0.000
Intra grupos	786	87875.10	111.80		
PARAJE					
Altura total promedio (cm)		3	1	4	2
		29.82	34.74	36.08	36.81

Las líneas horizontales que unen a los distintos parajes indican aquellos que no difieren significativamente entre sí ($p > 0.05$).

Cuadro 7. Análisis de Varianza de la Altura Total de *P. ayacahuite* en los parajes 1 y 2, para el año 1988.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	COCIENTE DE F	PROBABILIDAD DE F
Entre grupos	1	2017.27	2017.27	2.55	0.111
Intra grupos	178	14039.30	788.73		
PARAJE					
Altura total promedio (cm)		1	2		
		63.85	70.98		

La línea horizontal que une ambos parajes indica que no difieren significativamente ($p > 0.05$)

Cuadro 8. Análisis de Varianza del Volúmen del tronco de *P. ayacahuite* en los parajes 1, 2, 3, y 4 para el año de 1984.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	COCIENTE DE F	PROBABILIDAD DE F
Entre grupos	3	9578.58	3192.86	30.50	0.0
Intra grupos	785	82164.89	104.66		
PARAJE					
Volúmen promedio (cm ³)		2	1	4	3
		10.0	10.4	17.9	18.3

Las líneas horizontales que unen a los distintos parajes indican aquellos que no difieren significativamente entre sí ($p > 0.05$).

Para el último muestreo (1988), el volumen promedio de los individuos del paraje 1 fue significativamente mayor que aquel de los individuos del paraje 2 (Cuadro 10). El volumen promedio para las localidades 1 y 2 fue de 145.94 cm³ y 93.73 cm³ respectivamente. En forma semejante, para el área basal promedio de los individuos en cada paraje (1: 5.61 cm² y 2: 3.23 cm²) se observaron diferencias altamente significativas (Cuadro 11).

En relación a la sobrevivencia, la plantación se redujo más rápidamente en los parajes 4 y 3, hasta hacerse cero en 1988 (Cuadros 3 y 4). En 1984 se presentaron diferencias significativas en las cuatro localidades en que fué introducida la especie. En 1988 las diferencias de mortalidad fueron significativas entre el subgrupo de parajes 1 y 2, con el subgrupo 3 y 4, es decir entre en los que hay sobrevivencia y en los que hubo una mortalidad total.

La mayor sobrevivencia se registró, en ambos muestreos, en el paraje 2 (con 100 y 32 % , en 1984 y 1988, respectivamente), siendo cercanos los valores correspondientes encontrados en el paraje 1 con 92 % y 28 % .Como se muestra en el Cuadro 12, no se observan diferencias significativas entre estas localidades, para el último muestreo.

Abies religiosa

La especie A. religiosa, plantada únicamente en la primera localidad, sólo será comparada con las otras 3 especies presentes

Cuadro 9. Análisis de Varianza del Area Basal del tronco de P. ayacahuite en los parajes 1, 2, 3 y 4, para el año 1984.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	COCIENTE DE F	PROBABILIDAD DE F
Entre grupos	3	19.50	6.50	15.19	0.0
Intra grupos	784	335.40	0.42		
PARAJE					
A. Basal (cm ²)		2	1	4	3
		0.55	0.68	0.79	1.03

Las líneas horizontales que unen a los distintos parajes indican aquellos que no difieren significativamente entre sí ($p > 0.05$).

Cuadro 10. Análisis de Varianza del Volúmen del tronco de P. ayacahuite en los parajes 1 y 2 para el año de 1988.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	COCIENTE DE F	PROBABILIDAD DE F
Entre grupos	1	108372.59	108372.59	7.68	0.0062
Intra grupos	174	2452663.58	14095.76		
PARAJE					
Volúmen promedio (cm ³)	2	1			
	93.73	145.94			

Las líneas horizontales por encima de ambos parajes indican que estos difieren significativamente ($p < 0.05$).

Cuadro 11. Análisis de Varianza del Area Basal del tronco de *P. ayacahuite* en los parajes 1 y 2, para el año 1988.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	COCIENTE DE F	PROBABILIDAD DE F
Entre grupos	1	221.77	221.77	14.81	0.0002
Intra grupos	174	2604.96	14.97		
PARAJE					
A. Basal (cm ²)		1	2		
		5.61	3.23		

Las líneas horizontales indican que ambos parajes difieren significativamente entre sí ($p < 0.05$)

Cuadro 12. Análisis de Varianza de la Supervivencia de *P. ayacahuite* en los parajes 1, 2, 3, y 4, desde su plantación en 1983 hasta el último registro en el año de 1988.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	COCIENTE DE F	PROBABILIDAD DE F
Entre grupos	3	34.99	11.66	163.46	0.0
Intra grupos	1803	128.62	0.07		
PARAJE					
Supervivencia (%)		2	1	3	4
		28	32	0	0

Las líneas horizontales que unen a los distintos parajes indican aquellos que no difieren significativamente entre sí ($p > 0.05$)

en ésta. A. religiosa mostró mayores valores del incremento anual en altura en ambos muestreos que las 2 especies de pino y menores que los de C. lindleyi (Cuadros 3 y 4). En el periodo 1987-1988 las especies difieren significativamente respecto al incremento en altura , siendo la excepción el caso de A. religiosa y P. ayacahuite. (Fig. 2 y Cuadro 13).

Su altura total no es de las mayores, debido a su reducida talla de procedencia del vivero (Cuadro 3). En 1984 la altura promedio de P. ayacahuite fuè de 34.74 cm y de A. religiosa fuè de 26.25 cm, para el segundo muestreo sus valores respectivos fueron 63.85 cm y 56.59 cm. Por lo cual, en 1988 ya no difieren significativamente en altura éstas dos especies. El oyamel fue superado en ambos años de registro por C. lindleyi, pero hasta entonces había superado en altura a P. rudis (Fig. 3 y Cuadros 14 y 15).

El volumen promedio observado en A. religiosa en 1984 y 1988 no difiere significativamente del de P. rudis, (Cuadros 16 y 18). Sin embargo su valor promedio fue superado por el de P. ayacahuite y C. lindleyi (Fig. 4 y Cuadros 3 y 4), quienes en el último muestreo no difirieron significativamente en esta variable.

Se debe considerar también como factor determinante en el valor del volumen, que el área basal de A. religiosa siempre fuè la más baja en la localidad 1 con 0.49 cm^2 y 3.13 cm^2 para cada muestreo, por lo que en 1984 es menor y diferente su valor

Cuadro 13. Análisis de Varianza del Incremento en altura en el período 1987- 1988, para las especies: 1 P. ayacahuite, 2 A. religiosa, 3 P. rudis y 4 C. lindleyi, en el paraje 1.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	COCIENTE DE F	PROBABILIDAD DE F
Entre grupos	3	15036.26	5012.08	70.60	0.0
Intra grupos	358	25415.04	70.99		
		<hr/>			
ESPECIES		3	1	2	4
Incremento en Altura promedio (cm)		11.62	13.42	15.22	38.25

Las líneas horizontales que unen a las distintas especies indican aquellas que no difieren significativamente entre sí ($p > 0.05$).

Cuadro 14. Análisis de Varianza de la Altura Total para las especies: 1 P. ayacahuite, 2 A. religiosa, 3 P. rudis, y 4 C. lindleyi, en el paraje 1 en el año de 1984.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	COCIENTE DE F	PROBABILIDAD DE F
Entre grupos	3	131336.02	43778.67	389.25	0.0
Intra grupos	920	103469.41	112.47		
		<hr/>			
ESPECIE		3	2	1	4
Altura total (cm)		13.70	26.25	34.74	66.47

Las líneas horizontales que unen a las distintas especies indican aquellas que no difieren significativamente entre sí ($p > 0.05$).

Cuadro 15. Análisis de Varianza de la Altura total para las especies: 1 P. ayacahuite, 2 A. religiosa, 3 P. rudis y 4 C. lindleyi, en el paraje 1, en el año de 1988.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	COCIENTE DE F	PROBABILIDAD DE F
Entre grupos	3	205589.83	68512.94	76.20	0.0
Intra grupos	358	363222.16	999.06		
ESPECIES		3	2	1	4
Altura Total promedio (cm)		38.11	56.59	63.85	132.0

Las líneas horizontales que unen a las distintas especies indican aquellas que no difieren significativamente entre sí ($p > 0.05$).

Cuadro 16. Análisis de Varianza del Volúmen para las especies: 1 P. ayacahuite, 2 A. religiosa, 3 P. rudis, y 4 C. lindleyi, en el paraje 1 en el año de 1984.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	COCIENTE DE F	PROBABILIDAD DE F
Entre grupos	3	8332.34	2777.45	62.46	0.0
Intra grupos	919	40864.15	44.46		
ESPECIE		3	2	1	4
Volúmen (cm ³)		4.70	5.74	10.39	15.43

Las líneas horizontales que unen a las distintas especies indican aquellas que no difieren significativamente entre sí ($p > 0.05$).

Cuadro 17. Análisis de Varianza del Area Basal para las especies: 1 P. ayacahuite, 2 A. religiosa, 3 P. rudis y 4 C. lindleyi, en el paraje 1, para el año de 1984.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	COCIENTE DE F	PROBABILIDAD DE F
Entre grupos	3	10.51	3.50	9.91	0.0
Intra grupos	919	328.03	0.36		
ESPECIES					
A. Basal promedio (cm ²)		2 4 1 3			
		0.489 0.627 0.677 0.813			

Las líneas horizontales que unen a las distintas especies indican aquellas que no difieren significativamente entre sí ($p > 0.05$).

Cuadro 18. Análisis de Varianza del Volúmen para las especies: 1 P. ayacahuite, 2 A. religiosa, 3 P. rudis, y 4 C. lindleyi, en el paraje 1 en el año de 1988.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	COCIENTE DE F	PROBABILIDAD DE F
Entre grupos	3	463263.76	154421.25	9.36	0.0
Intra grupos	389	6416554.37	16494.99		
ESPECIE					
Volúmen promedio (cm ³)		2 3 1 4			
		69.44 88.04 145.94 176.97			

Las líneas horizontales que unen a las distintas especies indican aquellas que no difieren significativamente entre sí ($p > 0.05$).

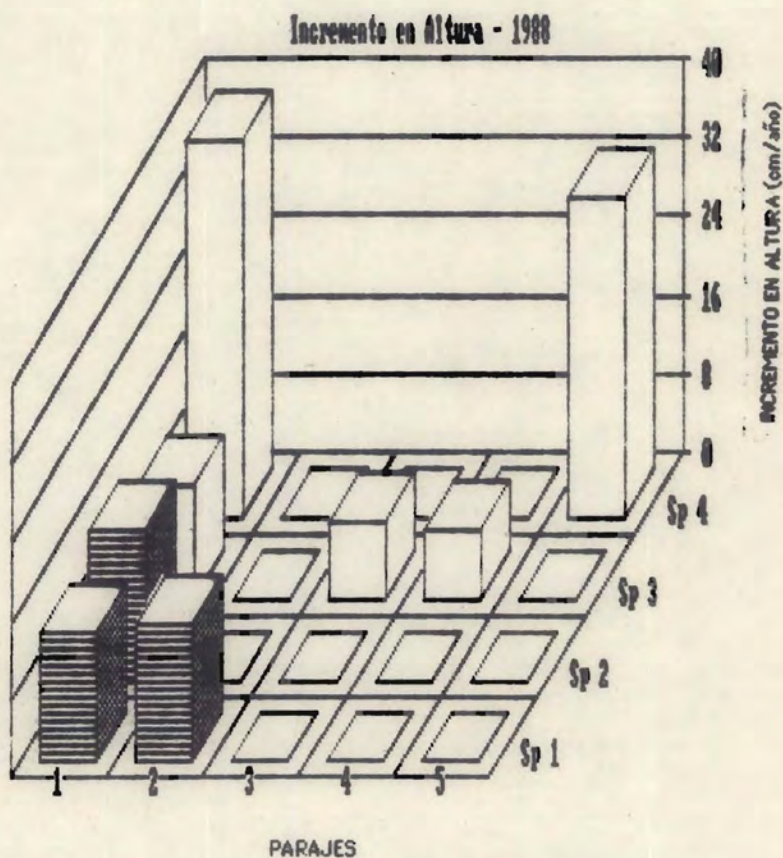


Fig. 2 Incremento promedio en altura durante el año de 1988 de las cuatro especies en estudio en los cinco paraje. A. religiosa supera a las dos especies de pino, aunque esta diferencia no es estadísticamente significativa con respecto a P. quacahuite. El incremento en altura de C. lindleyi supera al de las demás especies ampliamente.

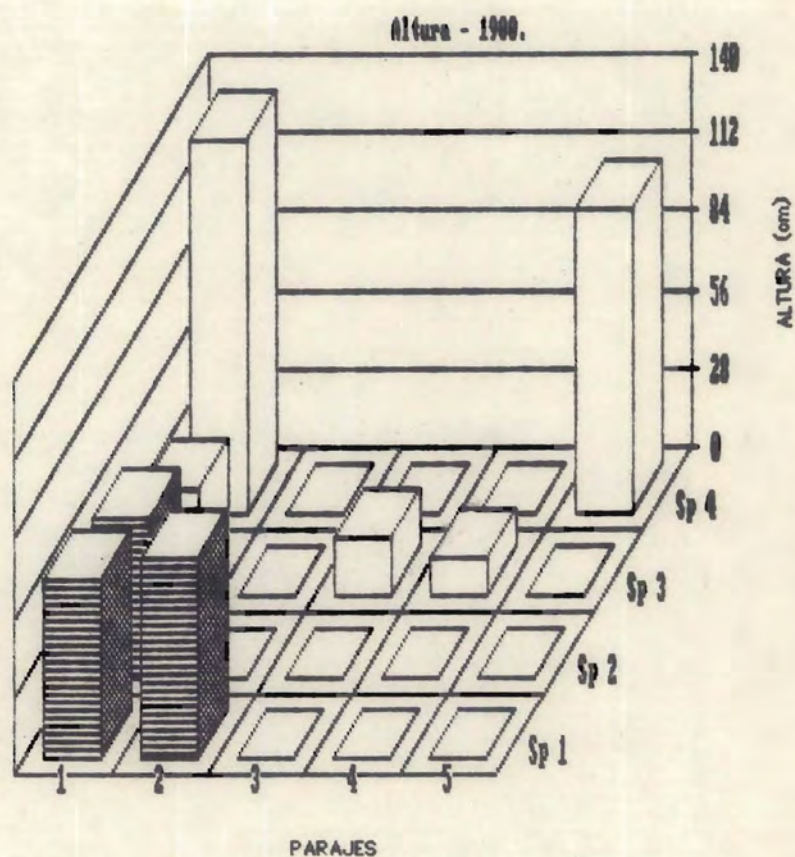


Fig. 3. Altura total promedio de las cuatro especies en los cinco parajes en el año de 1988. La especie *P. ayacahuite* presenta una altura muy parecida en los parajes en donde sobrevive (1 y 2). Altura muy parecida también a la de *A. religiosa* en el paraje 1. Por su parte *P. rudis* presenta de la misma manera su mayor altura en ese paraje y *C. lindleyi* dominaba nuevamente en esta variable.

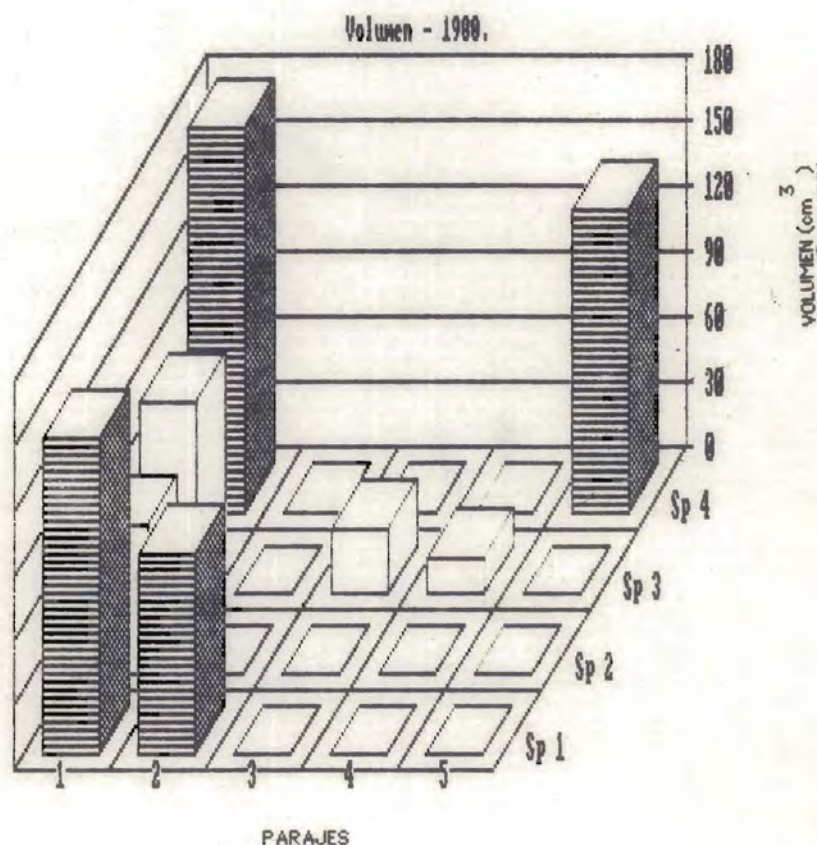


Fig. 4 Volumen promedio de las cuatro especies en los cinco parajes en el año de 1988. Considerando no solo la Altura, sino también el incremento en diámetro se observaron mayores valores de volumen en la localidad 1, sobresalen *C. linleui* y *P. acacahuite*. Fue notable la diferencia en el volumen de *P. rudis* en el paraje 1, así como en los otros dos parajes en los que estuvo presente.

promedio en área basal respecto a las otras especies (Cuadro 17). Para 1988, el área basal de A. religiosa sólo difiere de la de P. ayacahuite (Cuadro 19). El área basal es determinante en el valor del volumen, tanto de A. religiosa como de P. ayacahuite; en el caso de C. lindleyi la altura total resulta ser más importante en la determinación del volumen (Cuadro 4).

En el primer muestreo la sobrevivencia de ésta especie en la localidad es muy parecida a la de P. rudis, superadas significativamente por la menor mortalidad de P. ayacahuite y C. lindleyi (Cuadro 20). Para 1988 la sobrevivencia de cada una de las especies descendió en un 50 % aproximadamente, salvo la de P. rudis. A pesar de ello, la sobrevivencia de P. rudis es muy parecida a la de C. lindleyi, la de A. religiosa es diferente de las anteriores, pero es mayor que de la de P. ayacahuite (Fig. 5 y Cuadro 21).

Pinus rudis

La especie P. rudis fue utilizada en los parajes 1, 3 y 4. En la primera de ellas todos los valores de sus variables fueron superiores, siendo aun más obvio después de transcurridos 5 años de la reforestación (1988). Sin embargo se debe señalar que en la localidad 4 se plantaron los individuos con la menor altura en promedio (Cuadro 3).

En cuanto a los parajes 3 y 4, se presentan mayores valores en el 3 que en el 4, como en el incremento en altura anual, aunque en

Cuadro 19. Análisis de Varianza del Area Basal para las especies: 1 P. ayacahuite, 2 A. religiosa, 3 P. rudis, y 4 C. lindleyi, en el paraje 1 en el año de 1988.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	COCIENTE DE F	PROBABILIDAD DE F
Entre grupos	3	280.32	93.44	3.57	0.014
Intra grupos	389	10163.85	26.12		

ESPECIE	2	4	3	1
A. Basal promedio (cm ²)	3.13	4.39	4.64	5.61

Las líneas horizontales que unen a las distintas especies indican aquellos que no difieren significativamente entre sí ($p > 0.05$).

Cuadro 20. Análisis de Varianza de la Supervivencia para las especies: 1 P. ayacahuite, 2 A. religiosa, 3 P. rudis y 4 C. lindleyi, en el paraje 1, para el año de 1984.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	COCIENTE DE F	PROBABILIDAD DE F
Entre grupos	3	1.75	0.58	6.08	0.004
Intra grupos	1033	98.94	0.095		

ESPECIES	4	1	3	2
Supervivencia (%)	100	93	86	84

Las líneas horizontales que unen a las distintas especies indican aquellas que no difieren significativamente entre sí ($p > 0.05$).

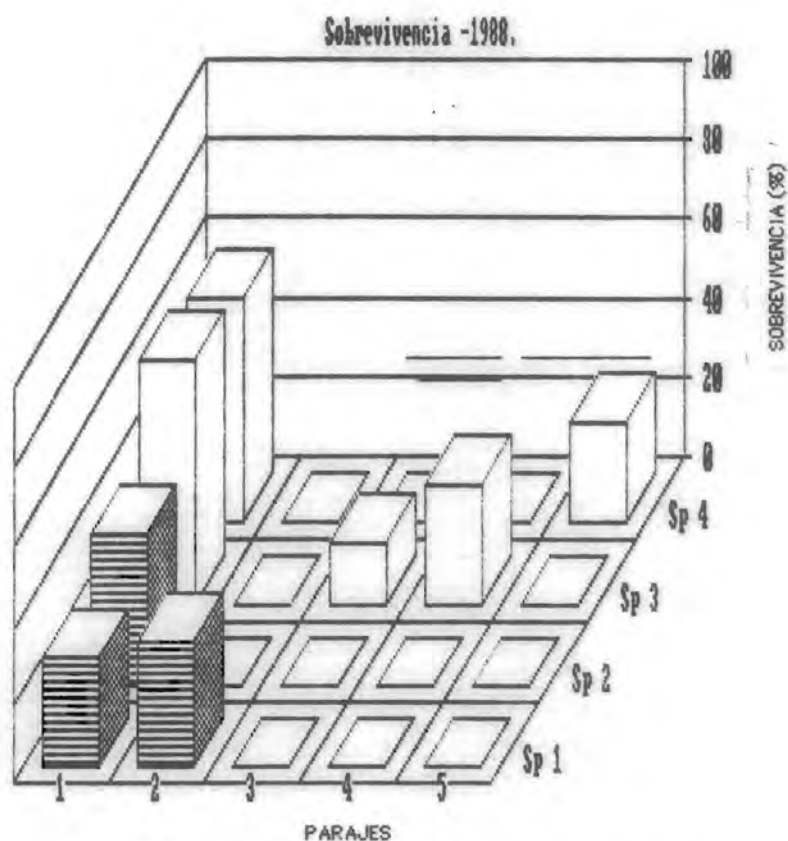


Fig. 5 Sobrevivencia promedio de las cuatro especies en los cinco parajes en el año de 1988. La especie *P. ayacahuite* presentó una sobrevivencia muy parecida en los parajes 1 y 2. Sin embargo, ningún individuo sobrevivió en los parajes 3 y 4. No fue muy diferente la sobrevivencia de *A. religiosa* en el paraje 1. La mayor sobrevivencia la obtuvo *P. rudis* en las localidades 1, 3 y 4; en las que fue introducida junto con otras especies. La sobrevivencia de *C. lindleyi* fue muy parecida a la *P. rudis* en la localidad 1.

el primer muestreo no hubo diferencias significativas entre éstos parajes para dicha variable . En el último muestreo, es aun más evidente el mayor incremento en altura promedio en el paraje 1 que en los otros dos, sin que se observen diferencias significativas entre el paraje 3 y 4 (Fig. 2 y Cuadro 22).

En relación a los valores registrados en la altura total, se observa el mismo comportamiento en ambos muestreos. En la localidad 1 están los valores más altos, seguidos por la 3 y con los menores valores está la 4, habiendo incluso diferencias significativas entre éstos dos últimos parajes. Los valores promedio fueron de 13.2 a 38.1 cm en 1988, (Fig. 3 y Cuadros 4 y 23). El volumen al igual que el área basal muestra en general el mismo comportamiento que las variables anteriores, para 1988 el volumen variò de 17.1 cm^3 en el paraje 4 a 88.0 cm^3 en el 1 (Fig. 4 y Cuadro 24), en tanto que el área basal variò entre 1.12 cm^2 a 4.64 cm^2 , en ambos casos hubo diferencias altamente significativas entre el paraje 1 y los otros dos (3 y 4), (Cuadros 24 y 25).

En relación a la sobrevivencia en ambos muestreos la mortalidad en las localidades siguiò el mismo patròn, encontrándose diferencias significativas entre los parajes para esta variable (Cuadros 26 y 27). En el paraje 3 se obtuvo la menor sobrevivencia: en 1988 solo fue del 16 % en tanto que en el 4 fue de 30 % . Como ya ha sido mencionado, en la primera localidad es en la que P. rudis registrò la mayor sobrevivencia no solo intra sino interespecifica con un 61 % después de cinco años (Fig. 5).

Cuadro 21. Análisis de Varianza de la Supervivencia para las especies: 1 *P. ayacahuite*, 2 *A. religiosa*, 3 *P. rudis* y 4 *C. lindleyi*, en el paraje 1, en el año 1988.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	COCIENTE DE F	PROBABILIDAD DE F
Entre grupos	3	20.67	6.89	30.89	0.0
Intra grupos	981	218.83	0.22		
ESPECIES					
Sobrevivencia (%)	3	4	2	1	
	61	56	39	28	

Las líneas horizontales que unen a las distintos especies indican aquellas que no difieren significativamente entre sí ($p > 0.05$).

Cuadro 22. Análisis de Varianza del Incremento en Altura en el período 1987-1988 de la especie *P. rudis* en los parajes 1, 3, y 4.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	COCIENTE DE F	PROBABILIDAD DE F
Entre grupos	2	1209.70	604.85	16.13	0.0
Intra grupos	295	11061.62	37.50		
PARAJE					
Incremento en Altura promedio (cm)	4	3	1		
	7.17	8.12	11.62		

Las líneas horizontales que unen a los distintos parajes indican aquellos que no difieren significativamente entre sí ($p > 0.05$).

Cuadro 23. Análisis de Varianza de la Altura Total alcanzada por *P. rudis* del período 1983 - 1988, en los parajes 1, 3 y 4.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	COCIENTE DE F	PROBABILIDAD DE F
Entre grupos	2	49352.49	24676.24	57.58	0.0
Intra grupos	387	165852.49	428.56		
PARAJE					
	4	3	1		
Altura Total promedio (cm)	13.19	19.90	38.11		

Las líneas horizontales que unen a los distintos parajes indican aquellos que no difieren significativamente entre sí ($p > 0.05$).

Cuadro 24. Análisis de Varianza del Volúmen del tronco de *P. rudis* en los parajes 1, 2, 3, y 4 para el año de 1988.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	COCIENTE DE F	PROBABILIDAD DE F
Entre grupos	2	408078.15	204039.07	24.20	0.0
Intra grupos	376	3170560.93	8432.34		
PARAJE					
	4	3	1		
Volúmen promedio (cm ³)	17.19	30.45	88.10		

Las líneas horizontales que unen a los distintos parajes indican aquellos que no difieren significativamente entre sí ($p > 0.05$).

Cuadro 25. Análisis de Varianza del Area Basal del tronco de P. rudis en los parajes 1, 3 y 4, para el año 1988.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	COCIENTE DE F	PROBABILIDAD DE F
Entre grupos	2	970.18	485.09	24.09	0.0
Intra grupos	378	7609.07	20.13		
PARAJE					
A. Basal promedio (cm ²)	4	3	1		
	1.12	2.03	4.64		

Las líneas horizontales que unen a los distintos parajes indican aquellos que no difieren significativamente entre sí ($p > 0.05$).

Cuadro 26. Análisis de Varianza de la Supervivencia de P. rudis en los parajes 1, 3, y 4 para el año de 1984.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	COCIENTE DE F	PROBABILIDAD DE F
Entre grupos	2	42.35	21.17	99.69	0.0
Intra grupos	1217	258.41	0.21		
PARAJE					
Supervivencia (%)	1	4	3		
	86	50	41		

Las líneas horizontales que unen a los distintos parajes indican aquellos que no difieren significativamente entre sí ($p > 0.05$).

Cupressus lindleyi

Finalmente, la conifera C. lindleyi plantada en los parajes 1 y 5, mostró que a pesar de que su talla al momento de ser plantada era menor en esta última localidad, en el primer año tuvo un desarrollo similar en ambos parajes. En 1984 su incremento promedio en altura fuè de 12.31 cm y de 12.33 cm en las localidades 4 y 5, respectivamente. Estos valores no fueron significativamente diferentes (Cuadro 28).

Es notable que debido a las diferencias en altura con que llegó del vivero esta especie (ver cuadro 3 y 4), los valores correspondientes a la altura total y al volumen fueron mayores en el primer paraje en los dos muestreos, en 1984 con 66.47 cm³ y 15.43 cm³ respectivamente (Cuadros 29 y 39). Estos valores fueron los mayores registrados en el primer muestreo entre todas las especies.

No se encontraron diferencias significativas entre los valores del volumen de C. lindleyi en los parajes 1 y 5 en 1984 (Cuadro 30). Siendo que la altura de los individuos presentó diferencias significativas en la altura total (Cuadro 29), lo anterior indica obviamente el hecho de que el área basal registrada en el paraje 5 (0.95 cm²) fue mayor que el de la localidad 1 (0.63 cm²) y éstas fueron significativamente diferentes (Cuadro 31).

Para 1988, los valores del incremento anual en altura presentaron diferencias significativas entre el paraje 1 con 38.25 cm y el 5

Cuadro 27. Análisis de Varianza de la Supervivencia de *P. rudis* en los parajes 1, 3 y 4, para el año 1988.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	COCIENTE DE F	PROBABILIDAD DE F
Entre grupos	2	40.82	20.41	111.64	0.0
Intra grupos	1259	230.17	0.18		
PARAJE	1	4	3		
Supervivencia (%)	61	30	16		

Las líneas horizontales que unen a los distintos parajes indican aquellos que no difieren significativamente entre sí ($p > 0.05$).

Cuadro 28. Análisis de Varianza del Incremento en Altura en el período 1983 - 1984 de *C. lindleyi* en los parajes 1 y 5.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	COCIENTE DE F	PROBABILIDAD DE F
Entre grupos	1	0.0075	0.0075	0.0002	0.9878
Intra grupos	242	7573.09	31.68		
PARAJE		1	5		
Incremento en Altura promedio (cm)		12.31	12.33		

Las líneas indican que ambos parajes no difieren significativamente entre sí ($p > 0.05$).

Cuadro 29. Análisis de Varianza de la Altura Total de C. lindleyi en los parajes 1 y 5, para el año 1984.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	COCIENTE DE F	PROBABILIDAD DE F
Entre grupos	1	37958.09	37958.09	281.33	0.0
Intra grupos	242	32650.89	134.92		
PARAJE		1	5		
Altura Total promedio (cm)		66.47	31.30		

Las líneas indican que ambos parajes difieren significativamente entre sí ($p < 0.05$).

Cuadro 30. Análisis de Varianza del Volúmen del tronco de C. lindleyi en los parajes 1 y 5 para el año de 1984.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	COCIENTE DE F	PROBABILIDAD DE F
Entre grupos	1	178.33	178.33	1.54	0.21
Intra grupos	242	27920.52	115.37		
PARAJE		1	5		
Volúmen promedio (cm ³)		15.43	13.02		

Las líneas indican que ambos parajes no difieren significativamente entre sí ($p > 0.05$).

Cuadro 31. Análisis de Varianza del Area Basal de C. lindleyi en los parajes 1 y 5 para el año 1984.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	COCIENTE DE F	PROBABILIDAD DE F
Entre grupos	1	3.27	3.27	4.09	0.044
Intra grupos	241	192.48	0.80		

PARAJE	1	5
A. Basal promedio (cm ²)	0.63	0.95

Las líneas indican que ambos parajes difieren significativamente entre sí ($p < 0.05$).

Cuadro 32. Análisis de Varianza del Incremento en Altura de C. lindleyi para el período 1987 - 1988, en los parajes 1 y 5.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	COCIENTE DE F	PROBABILIDAD DE F
Entre grupos	1	724.14	724.14	4.50	0.0351
Intra grupos	184	29578.01	160.75		

PARAJE	1	5
Incremento en Altura promedio (cm)	38.25	32.36

Las líneas indican que ambos parajes difieren significativamente entre sí ($p < 0.05$).

con 32.36 cm (Fig. 2 y Cuadro 32), lo cual manifiesta que la especie en este último paraje se ha desarrollado con más lentitud. La altura total promedio en el paraje 1 fue de 132.0 cm y en el segundo es de 107.51 cm (Fig. 3) y sus volúmenes correspondientes fueron 176.97 cm³ y 137.97 cm³, no habiendo diferencias significativas para ninguna de estas dos variables entre los parajes 1 y 5 (Fig. 4 y Cuadros 33 y 34). A pesar de ello, es evidente que en el paraje 1, en particular ésta especie presenta los mejores registros de estas variables.

En 1988, el área basal en los parajes 1 y 5 fue de 4.39 cm² y 3.83 cm², no habiendo diferencias significativas entre estas localidades (Cuadro 35). Estos valores fueron superados por los de las especies P. ayacahuite y P. rudis en el paraje 1 (Cuadros 3 y 4).

En cuanto a la sobrevivencia de C. lindleyi, en 1984 en la localidad 1, fue del 100 % y para 1988 bajó hasta 56 %. En el paraje 5 en 1984 fué de 32 % y en 1988 descendió hasta 25 %. En ambos años de muestreo, las diferencias en sobrevivencia de esta especie en los parajes 1 y 5 fueron altamente significativas (Fig. 5 y Cuadros 36 y 37).

Cuadro 33. Análisis de Varianza de la Altura Total de C. lindleyi en los parajes 1 y 5 para el año 1988.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	COCIENTE DE F	PROBABILIDAD DE F
Entre grupos	1	12554.43	12554.43	6.338	0.0127
Intra grupos	186	368402.98	1980.66		
PARAJE					
Altura Total promedio (cm)		1	5		
		132.0	107.5		

Las líneas indican que ambos parajes difieren significativamente entre sí ($p < 0.05$).

Cuadro 34. Análisis de Varianza del Volúmen de C. lindleyi en los parajes 1 y 5, en el año 1988.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	COCIENTE DE F	PROBABILIDAD DE F
Entre grupos	1	31854.18	31854.18	1.374	0.2426
Intra grupos	184	4311719.84	23181.28		
PARAJE					
Volúmen promedio (cm ³)		1	5		
		.176.97	137.97		

La línea indica que ambos parajes no difieren significativamente entre sí ($p > 0.05$).

Cuadro 35. Análisis de Varianza del Area Basal de C. lindleyi en los parajes 1 y 5 para el año 1988.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	COCIENTE DE F	PROBABILIDAD DE F
Entre grupos	1	6.49	6.49	0.467	0.495
Intra grupos	186	2585.01	13.89		
PARAJE		1	5		
A. Basal promedio (cm ²)		4.39	3.83		

La línea indica que ambos parajes no difieren significativamente entre sí ($p > 0.05$).

Cuadro 36. Análisis de Varianza de la Supervivencia de C. lindleyi en los parajes 1 y 5, en el año 1984.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	COCIENTE DE F	PROBABILIDAD DE F
Entre grupos	1	15.65	15.65	75.412	0.000
Intra grupos	184	140.92	0.20		
PARAJE		1	5		
Supervivencia (%)		100	32		

Las líneas indican que ambos parajes difieren significativamente entre sí ($p < 0.05$).

Cuadro 37. Análisis de Varianza de la Supervivencia de C. lindleyi en los parajes 1 y 5 para el año 1988.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	COCIENTE DE F	PROBABILIDAD DE F
Entre grupos	1	3.752	3.752	19.425	0.000
Intra grupos	689	133.09	0.193		
PARAJE		1	5		
Supervivencia (%)		56	25		

Las líneas indican que ambos parajes difieren significativamente entre sí ($p < 0.05$).

DISCUSION

En el primer muestreo la respuesta de las especies al medio no fué muy clara. Sin embargo hay diversos aspectos del estudio que en su conjunto deben ser mencionados.

Pinus ayacahuite

En el caso de la P. ayacahuite se puede observar que en las localidades 1 y 2 presentaron sus mayores valores para el incremento en la altura; aun cuando, en los parajes 3 y 4 se utilizaron los brinzales más grandes. Se sabe que estas diferencias en el tamaño inicial son de extrema importancia en relación a las características ambientales de los sitios en los que se llevarán a cabo los trasplantes (e.g. Foiles y Curtis; 1965). Es precisamente por esta diferencia inicial que en los parajes 3 y 4 se observan los mayores valores para el volumen y el área basal en 1984. Sin embargo, fué evidente la gran mortalidad en estas localidades, con un 78 % y 89 % respectivamente.

En 1988, el incremento en altura fue muy parecido entre los parajes 1 y 2. A su vez, la altura total fué mayor en éste último, en tanto el volumen y el área basal fueron superiores en el primero. Es importante mencionar que en éstos 2 parajes el tipo de vegetación natural comprendía tanto pinar como bosque de oyamel, los cuales proporcionan diferencias microambientales importantes. Esto se reflejó en una mayor variabilidad en el desarrollo de ésta especie. Se sabe, que P. ayacahuite muestra

preferencia por la mayor humedad y la menor insolación propias del bosque de oyamel (Miranda, 1954).

En los parajes 3 y 4 esta especie presentó una mortalidad general debido quizás a los fuertes vientos fríos y secos que corren en la zona durante el invierno. El viento es un fenómeno meteorológico importante para las comunidades vegetales, porque transfiere calor y vapor de agua, además de que puede arrastrar contaminantes. En el Ajusco se han registrado daños en los bosques por efectos de la contaminación de gases oxidantes tales como el ozono, lo que causa plasmólisis, contracción o destrucción de la pared celular (Hernández, 1981), siendo este un elemento ambiental que está involucrado en el desarrollo de la vegetación.

Aún en ausencia de contaminantes atmosféricos, Larson (1969) observó que plántulas de un año de *P. ponderosa* morían cuando los vientos eran secos y fuertes, a pesar de que el suelo tuviera una humedad adecuada, ya que las plántulas eran sujetas a un exceso de transpiración. Blake *et al* (1979) demostraron que tratamientos de sequía prolongados afectan negativamente la tolerancia a las bajas temperaturas. En este mismo sentido Kauffman (1968), Clearly (1970) y Vargas y Muñoz (1988), entre otros, señalan que las diferencias en crecimiento y sobrevivencia de las plántulas durante los primeros tres años de establecimiento de una plantación, están estrechamente relacionadas con los potenciales hídricos de las plantas. Una adecuada relación planta-agua

permite el funcionamiento normal de procesos fisiológicos y bioquímicos involucrados en la división celular y de acumulación de biomasa (Brix, 1979; Kramer y Koslowski, 1979).

Musalem (1984) señala que hay un período en el cual la sobrevivencia de las plántulas está seriamente afectada. Dicho período empieza en octubre y termina en mayo, ya que es el momento cuando el frío y la sequía llegan simultáneamente. Aun como lo indican Kramer y Koslowski (1979), es difícil precisar hasta qué punto el déficit de agua por si solo influye en el crecimiento y aun en la sobrevivencia, debido a efectos simultáneos de otros factores ambientales muy relacionados con la disponibilidad de agua, tales como la temperatura y los nutrientes.

A pesar de ello, estos mismos autores y Hosner (1965) coinciden en que la disponibilidad de agua es quizás el factor ambiental más importante que determina la distribución, la composición de especies, el crecimiento y la productividad de los bosques. Así, Zanher (1968) establece que hasta un 80 % del crecimiento en diámetro y producción de madera de los árboles se debe a las diferencias en precipitación y disponibilidad de agua, entre una región y otra.

La falta de selección genética de los árboles progenitores de la semilla empleada repercute evidentemente en el buen desarrollo de una plantación, pues con un mejoramiento genético intensivo a través de huertos semilleros de procedencia de padres ya probados

comercialmente, se aseguran plantaciones resistentes a enfermedades, plagas, o sequía (Eguiluz, 1978). Por esta misma razón se hace necesario iniciar estudios de variación en las diferentes poblaciones forestales, con ensayos de progenie para probar el grado de aptitud genética (Jasso y Villareal, 1978).

En 1988, el volumen medio por hectárea para el *P. ayacahuite* en el paraje 1 fué de 0.0036 m^3 y en el 2 fué de 0.0023 m^3 , a su vez, el incremento medio anual del volumen (IMAV) en estos mismos casos fue de $0.00073 \text{ m}^3/\text{ha}$ y $0.00046 \text{ m}^3/\text{ha}$ respectivamente.

Carreño (1973) encontró que los mejores valores de incremento medio anual de volúmen y área basal para esta especie, entre las demás que se incluyeron en ese estudio, fueron de $7.522 \text{ m}^3/\text{ha}$ y $18.41 \text{ m}^3/\text{ha}$. Asimismo, el volúmen medio por hectárea fue de 150.45 m^3 . Esta evaluación la realizó en una plantación de 20 años de edad.

En un régimen hídrico normal Rojas *et al.* (1988), encontraron, en laboratorio, que *P. ayacahuite* produjo después de 10 meses un promedio de materia seca total de 1.405 g/plantula, solo inferior a *P. occarpa* y *P. jeffreyi*. En dicho estudio los autores encuentran que *Pinus ayacahuite* está dentro del grupo de especies sensibles al régimen hídrico junto con *P. parula* y *P. occarpa*, en tanto que resultó estar en el bloque de especies de sensibilidad moderada al tipo de sustrato junto con *P. engelmannii*, *P. jeffreyi*, *P. hartwegii* y *P. contorta*.

Quizás, por ello se pueda considerar que la mortalidad general en los parajes 3 y 4 y las diferencias en los valores de las variables entre estas localidades y la 1 y 2 se deben posiblemente más a razones de humedad que a diferencias en la calidad del suelo, ya que como señala Liu (1983) las características del suelo se mantienen con más estabilidad que la humedad y la temperatura cuyos cambios son importantes en el crecimiento.

Abies religiosa

En 1988, el oyamel presentó un volumen medio por hectárea de 0.0017 m^3 y un IMAV de $0.00034 \text{ m}^3/\text{ha}$. En el estudio ya mencionado de Carreño (1973), nunca alcanzó valores importantes ($V = 1.685 \text{ m}^3/\text{ha}$; $\text{IMAV} = 0.008 \text{ m}^3/\text{ha}$) estando muy cerca a los registrados por C. lindleyi y muy alejados a los de P. ayacahuite y de P. montezumae.

En ambos trabajos la especie posee los más bajos valores en volumen, esto se debe en gran medida a que sus incrementos en altura son buenos, pero sus incrementos en diámetro son bajos, en virtud de su patrón de desarrollo tiende a crecer con rapidez en altura, siendo posterior el de su diámetro. En la localidad 1, donde se le utilizó fue la especie que alcanzó los menores valores de volumen.

Pinus rudis

Los valores del volumen medio por hectárea en el segundo muestreo para P. rudis en las localidades 1, 3 y 4, fueron 0.0022, 0.00076 y 0.00043 m³, respectivamente sus IMAV fueron 0.00044, 0.00015 y 0.000086 m³/ha. Las diferencias en el IMAV con la especie anterior en ese mismo paraje, pueden ser debidas al prolongado estado cespitoso característico de esta especie.

De la misma manera, en los parajes 3 y 4 la especie pudo estar sufriendo un proceso de adaptación fotosintética ante restricciones hídricas. Según Rojas et al (1988), en P. hartwegii se refleja en una diferencia del 25 % de producción de materia seca entre un régimen normal de humedad y otro con condiciones de sequía. La reducción de la altura, área basal y del volumen en dichas localidades es posible que obedezca a un proceso de adaptación de las plántulas a esas condiciones ambientales relativamente más secas que las encontradas en los parajes 1 y 2 (Vargas y Muñoz, 1988).

Del mismo modo, Brix (1967) trabajando en orizales concluye que una deficiencia de humedad de entre 6 y 12 atm resulta en el cierre de estomas, reduciéndose por tanto el proceso fotosintético. Debido a que esto impide la difusión de bióxido de carbono, la producción de biomasa disminuye lo que también ocurre al descender la temperatura. A su vez, Clearly (1969) sostiene que por tal motivo se presentan cambios en la concentración de reguladores del crecimiento como el ácido abscísico.

Ingestad (1960) considera que las modificaciones que se presentan en la capacidad de respuesta a la sequía, puede estar en función de la concentración de N, P, K, en el suelo, pero también de cualquier otro nutriente, aunque también influyen factores como el pH, textura y organismos presentes en el suelo (Kramer y Koslawoski, 1960).

Asimismo, Kauffman (1968) señala que la disminución del número o del tamaño de las hojas puede ser un mecanismo apropiado para evadir la sequía, al mantener un balance más adecuado entre la superficie de absorción de agua y la de transpiración. Sands y Corell (1976) han demostrado que la parte aérea tiende a disminuir su crecimiento y aun a cesar de crecer a un potencial hídrico de -14 bares en P. radiata.

Sin embargo, aun hay sobrevivencia de P. rudis en los parajes 3 y 4 lo que no se observó con P. ayacahuite. Según mostraron Schulte y Marshall (1983) esto depende de la especie y se puede deber a intensidad, época y duración de la sequía. Ellos encontraron que P. resinosa reduce su producción de biomasa respecto a P. banksiana, lo cual parece deberse a una mayor resistencia estomatal que le da mayor capacidad de adaptación a sitios secos. Ferrel y Woodard (1966) señalan que las especies de mayor crecimiento, presentan una menor capacidad de sobrevivencia en estados de sequía ; como pudo ocurrir en P. ayacahuite. De la misma manera, la disminución del crecimiento en P. rudis puede considerarse como adaptación a deficiencias de humedad.

Cupressus lindleyi

La especie Cupressus lindleyi ha sido ampliamente utilizada en México en trabajos de reforestación. En el Distrito Federal, la han empleado la S A R H , la COCODER y fué introducida formando bosques artificiales en la Venta, Cuajimalpa y en el Bosque del Pedregal, Tlalpan, por las Fábricas de Papel Loreto y Peña Pobre.

En otras partes del territorio nacional se ha usado con diversos fines y se le aprecia por su rápido crecimiento. Carreño (1973) en una plantación de 20 años en el Edo. de México encontró los siguientes valores para el IMAV $0.0005 \text{ m}^3/\text{ha}$ y su volumen medio por hectárea fue de 0.102 m^3 . En ese trabajo presentó los menores valores entre las especies incluidas, siendo superada por A. religiosa, P. montezumae y P. ayacahuite.

En 1978 González registró en la Cuenca de Coitzió en Michoacán un volumen medio por hectárea de $1.62 \times 10^{-6} \text{ m}^3$ y un IMAV de $3.24 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{ha}$ para ésta especie, en una plantación de 5 años de edad; en tanto que para otra de 14 años en la misma Cuenca su volumen medio fué de $3.07 \times 10^{-6} \text{ m}^3$ y su Incremento Medio Anual de Volumen fue de $2.20 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{ha}$. La sobrevivencia observada se aproximó al 59 % y mostró también buen comportamiento en variables como la altura y su incremento. Su área basal en relación con la edad o con la densidad existente fué aceptable, siendo superada no obstante, por P. michoacana, P. leiophylla, P. tenuifolia, E. resinifera y E. camaldulensis.

Castellanos (1988) en plantaciones de 12 años de edad en el Edo. de Chiapas, encontró un IMAV de $2.125 \frac{m^3}{ha}$ y un volumen medio por hectárea de $25.50 \frac{m^3}{ha}$, la sobrevivencia en este caso fue de 62 %. En el presente estudio, a 5 años de hecha la plantación, la sobrevivencia que presentó el paraje 1 fue del 56 % y para la localidad 5 fue de 25 %, sus valores respectivos del IMAV fueron $0.00088 \frac{m^3}{ha}$ y $0.00069 \frac{m^3}{ha}$ y los del volumen medio por hectárea fueron de $0.00442 \frac{m^3}{ha}$ y $0.00344 \frac{m^3}{ha}$. Según parece los valores encontrados en Michoacán son parecidos a los descritos para el Ajusco, pero a su vez éstos últimos fueron mayores a los observados por Carreño en el Edo. de México, siendo los de Chiapas los más altos valores observados.

Para 1988 se presentaron diferencias significativas en el incremento en altura, en la altura total y en la sobrevivencia de esta especie entre las localidades 1 y 5, no siendo la situación del volumen y del área basal, lo cual hace suponer que las condiciones ambientales de una mayor humedad e intercepción de la luz provocadas por el dosel de A. religiosa, obligan a un mayor crecimiento en altura, pero a su vez provocan una reducción en los incrementos en diámetro. Por otra parte, en la localidad 5 es probable que las bajas temperaturas, una mayor altitud sobre el nivel del mar (3,390 m) y un dosel muy abierto pudieran influir también en la mortalidad de esta especie.

Parajes

Parajes 1 y 2

A pesar de que no todas las especies se introdujeron en los cinco parajes, a partir de los resultados y de lo que conocemos respecto al ambiente físico de cada uno de estas localidades, se pueden señalar los siguientes aspectos.

La localidad 1 y 2 difieren esencialmente en la altitud (40 m) y en su exposición (Cuadro 1). Sin embargo, la especie P. ayacahuite que fué empleada en ambos parajes no muestra valores muy distintos en las variables registradas. Apparently el dosel cercano de A. religiosa y la protección conferida por una ladera contra los vientos dominantes y fríos del invierno, en el paraje 1 crean un microambiente más propicio para el desarrollo de P. ayacahuite.

Puede destacarse también que la sobrevivencia de las especies estudiadas en la localidad 1 fue la mayor. La única excepción fué en P. ayacahuite, que descendió hasta un 28 %. Sin embargo, es conveniente mencionar que en el segundo muestreo se encontraron por lo menos 60 individuos muertos, debido a que fueron arrancados o destruidos al quedar debajo de individuos más grandes derribados en tala clandestina.

Otro factor que incidió en general en la sobrevivencia fué la presencia del pastoreo errante (ganado ovino y vacuno), observándose en campo el daño que causan al alimentarse de los

brinzales o al pisotearlos. Daubenmire (1979) explica que la compactación del suelo impide la aereación, modificando las reacciones bioquímicas que en él tienen lugar. Algunos compuestos derivados de las reacciones bajo esas condiciones pueden resultar tóxicos.

Otros factores que pudieron intervenir son los ataques de plagas y enfermedades, así como el de pequeños mamíferos como los roedores, que en P. ponderosa atacan brinzales hasta de 2 y 3 años (Schubert, 1969). Estos tipos de daños han sido reportados por diversos autores como Chacón (1983). El mismo indica el efecto negativo de las bajas temperaturas, de las heladas y del estrato herbáceo que compite con las poblaciones de pino.

Parajes 3 y 4

En los parajes 3 y 4, se tienen los valores más bajos en todas las variables. Como ya se mencionó la especie 1 murió en su totalidad en estos dos parajes, lo cual es posible que se deba a la altitud, combinada con la exposición a los vientos, además de ser zonas con un dosel totalmente abierto y por la presencia de temperaturas bajas severas, lo cual se constató con una nevada que se presentó al realizar el segundo muestreo. Vela y Hernández (1985) encontraron una alta mortalidad en brinzales de 1 y 2 años de P. montezumae por la alta radiación solar, por sequías y heladas. La respuesta depende de la especie en cuestión ya que ésta puede ser más o menos vulnerable a las condiciones ambientales (Wellner, 1969).

Los cambios de temperatura llevan a diferencias cuantitativas en el crecimiento de las plantas. La temperatura nunca debe ser considerada aisladamente sino con los demás factores ambientales que afectan el crecimiento. Ello varía con la edad de la planta, de individuo a individuo, así como de su estado hídrico, nutritivo y de los niveles de energía radiante. Según Landsberg (1986) el efecto de una buena temperatura se manifiesta en el crecimiento de hojas y el alargamiento del tallo.

Las bajas temperaturas pueden causar congelamiento. La mínima temperatura que una planta puede soportar varía enormemente. No obstante, esta tolerancia se modifica si en primavera se presentan muy bajas temperaturas, pues causa serios daños a las yemas de crecimiento e incluso pueden ocasionar que los brinzales sean incapaces de soportar la sequía temprana de verano (Landsberg, 1986 ; Schubert, 1969).

Finalmente se debe mencionar que en bosques donde el dosel es muy abierto como en los pinares, se ha encontrado que las hierbas y gramíneas son consideradas un obstáculo para el crecimiento de plántulas (Daniel *et al.*, 1982), tal como ocurre en *P. ponderosa* (Harrington y Kelsey, 1979) y en *P. hartwegii* (Musalem, 1984). De la misma manera se ha observado que la intensidad luminosa y la temperatura ambiente ejercen influencia sobre el crecimiento y en general en el desarrollo de las plántulas, ya que se relacionan con la actividad fotosintética (Clearly y Greaves, 1978).

Paraje 5

En esta localidad se encuentra la mayor altitud del estudio, estando presente como vegetación natural un bosque de P. hartwegii, su orientación es NE, pero lo más importante es que se encuentra parcialmente protegida de los vientos por la ladera opuesta. Es por tal motivo que la especie C. linleyi aun presenta sobrevivencia, aunque sus incrementos en altura y diámetro son menores que los encontrados en el paraje 1.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En la introducción de estas especies, se observaron los mejores valores de las variables estudiadas en el paraje 1, en el cual las características ambientales como la presencia cercana del dosel de A. religiosa y de la montaña, fueron determinantes en el microclima formado, posibilitando los mejores registros obtenidos.

En los parajes 1 y 2 no se presentan diferencias ambientales de gran magnitud. En consecuencia los valores encontrados para P. ayacahuite fueron muy semejantes en ambas localidades.

En los parajes 3 y 4 la especie P. ayacahuite presentó una mortalidad general, lo que sugiere que las condiciones ambientales a la que fue sometida (dosel abierto) son totalmente contrarias a las que necesita para su desarrollo.

La especie P. rudis encontró sus mejores valores también en el paraje 1, pero es notable como difieren los valores de las variables observadas entre ese paraje y los parajes 3 y 4, en donde parece que por las condiciones ambientales, la especie sufre un proceso de adaptación reduciendo su crecimiento no sólo en altura, sino también en diámetro. Asimismo, es muy clara la diferencia en sobrevivencia entre estas localidades.

Por su parte P. rudis presentó tamaños más altos en la localidad 3 que en la 4. Sin embargo, no fue el caso de la sobrevivencia.

Se debe recordar que en el paraje 4 los brinzales eran más pequeños, por lo cual sus tamaños aun son los menores, pero con su mayor sobrevivencia podemos suponer que la localidad 4 es menos drástica ambientalmente que la 3.

En el caso de C. lindleyi es obvio que estando bajo la protección del bosque de A. religiosa, puede desarrollarse mejor que cuando está ubicado en un bosque de P. hartwegii, con una gran abertura del dosel y a una gran altitud. En la naturaleza C. lindleyi se encuentra comunmente asociada a A. religiosa.

En relación a la sobrevivencia las mejores son las de P. rudis y C. lindleyi, aun cuando la de P. ayacahuite y A. religiosa se aproximan al nivel de sobrevivencia general encontrada en reforestaciones a nivel nacional.

Dados los pobres resultados en la mayoría de los casos en la sobrevivencia y en las variables de crecimiento estudiadas se recomienda:

- Realizar evaluaciones de las plantaciones que se han efectuado en el Valle de México, a fin de tener información del comportamiento de las especies utilizadas y de su estado general
- Planear los programas de reforestación de acuerdo con los objetivos de la plantación (Jasso, 1978), ya sea para el abastecimiento de materias primas a la industria, como plantaciones energéticas para las poblaciones rurales, para la restauración ecológica de cuencas o como mejoramiento en parques

nacionales que se encuentran en franco abandono.

- En este sentido se requiere que para cada región como en el Distrito Federal se realicen estudios genéticos de las poblaciones existentes, para conocer la variación en respuesta al medio.

- Que la semilla a emplear sea seleccionada y de procedencia conocida pues de lo contrario las reforestaciones tenderán al fracaso continuo, en menoscabo de las fuertes inversiones que para este fin son hechas y que no obtienen resultados que lo justifiquen.

- Implementar programas de mejoramiento genético que permitan obtener a un menor tiempo bosques en adecuadas condiciones, sin olvidar los problemas que conlleva el crear bosques uniespecíficos.

- No se puede olvidar la extrema necesidad de continuar con los trabajos de plantaciones, en virtud de las extensas superficies forestales que se pierden, al tiempo de buscar las mejores aplicaciones silvícolas para obtener una regeneración natural aceptable y oportuna.

- Impulsar la investigación en los procesos fisiológicos implicados en el establecimiento de los brinzales, que a esa edad son más sensibles a las variaciones ambientales.

- Vincular la investigación de la regeneración natural y artificial, con las entidades públicas y privadas involucradas en su manejo.

LITERATURA CITADA

- Blake, J., Zaerr, J. & Hee, S. (1979). Controlled moisture stress to improve cold hardiness and morphology of Douglas-fir seedlings. For. Sci., 25, 576-582.
- Brix, H. (1967). An analysis of dry matter production of Douglas-fir seedlings in relation to temperature and light intensity. Canad. J. of Bot., 45, 2063-2072.
- Brix, H. (1979). Effects of plant water stress on photosynthesis and survival of four conifers. Canad. J. For. Res., 9, 160-165.
- Campbell, J. (1980). The World's Third Forest. Commonw. For. Rev. 59, 527-537.
- Cárdenas, S.C. (1980). Consulta técnica Forestal Latinoamericana. Bosques y Fauna. Feb-Marzo 1, 35-38.
- Chacón, S.J.M. (1983). Regeneración mediante árboles padres de Pinus arizonica. Ciencia Forestal 42 (8), 3-20.
- Carreño, M.J. (1973). Evaluación de una plantación de coníferas de 20 años de edad. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Chapingo, México, 57 p.
- Castellanos, J.F. (1988). Evaluación dasométrica de cuatro plantaciones forestales en Los Altos, Chiapas. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Chapingo, México, 75 p.
- Clearly, D.B. (1969). The role of moisture stress and temperature in the growth of seedlings in: Symposium on Regeneration of Ponderosa Pine. School of Forestry Oregon State University, USA, pp 64-68.
- Clearly, D.B. (1970). The effect of plant moisture stress on the physiology and establishment of planted Douglas-fir and ponderosa pine seedlings. Ph. D. dissertation. School of Forestry, Oregon State University, 81 p.
- Clearly, D.B. & R.D. Greaves. (1978). Seedlings in Regeneration Oregon's Forest. A guide for the regeneration forester. (ed. by R.K. Hermann) Oregon St. Univ. Extens. Servic. Sch. Forestry. 63-87 p.
- Comisión Coordinadora para el Desarrollo Agropecuario del Distrito Federal. (1982). Programa Forestal. Memoria de Actividades de 1978-1982. 107-154 p.
- Comisión de Ecología del Departamento del Distrito Federal. (1983). Proyecto de Reforestación y Areas verdes. Primer informe de actividades, 300 p.
- Comisión Hidrológica de la Cuenca del Valle de México, (1964). Hidrología de la Cuenca del Valle de México. Tomo I. Secretaría de Recursos Hidráulicos. 116-117 p.
- Daniel, P.O., M.E. Helms y F.S. Baker. (1982). Principios de Silvicultura. Mc Graw Hill, México, 427 p.
- Daubenmire, R.F. (1979). Ecología Vegetal. Tratado de Autoecología de Plantas. 3a. Edición, Editorial Limusa.
- Departamento del Distrito Federal. (1987). Declaratoria del Area de Conservación Ecológica del Distrito Federal. Diario Oficial de la Federación, 19 de Julio.
- Dudal, R. (1982). Land degradation in a world perspective. J. Soil Water and Conserv. 37: 245-249.

- Eguiluz, P.T. (1985). Selección y ganancia genética en bosques naturales vs plantaciones en: III Reunión Nacional Sobre Plantaciones Forestales. Pub. Esp. 48., p 271-287. S A R H.
- Enriquez, P.C. (1983). El futuro de los bosques frente al hambre y la miseria en el mundo. Ciencia Forestal 8(46): 17-38.
- FAO. (1978). Yearbook of forest products statistics. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy 428 p.
- FAO. (1981). The world's forests. FAO, Fact Sheet.
- Ferrell, W.K. & E.S. Woodard. (1966). Effects of seed origin on drought resistance in Douglas-Fir (Pseudotsuga menziesii). Ecology 47: 499-503.
- Foiles, M.N. & J.D. Curtis. (1973). Regeneration of Ponderosa Pine in the Northern Rocky Mountain-Intermountain Region. US For. Serv. Res. Paper. INT-145. Intermountain For. and Range Exp. Stn. Ogden, Utah. 44 p.
- García, E. (1978). Los climas del Valle de México según el sistema de clasificación de Koeppen, modificado por la autora. Colegio de Posgraduados, Chapingo, México. 63 p.
- González, H.G.A. (1979). Evaluación del Crecimiento en las plantaciones forestales de la Cuenca de Cointzio. Tesis de Licenciatura. Universidad de Chapingo, México. 127 p.
- González, C. (1988). " La SRA ha incidido en la destrucción de las selvas. La jornada. México 28 de Abril de 1988. p 5.
- Hakkila, P. (1982). Wood as a World-Wide Fuel Source Energy from Forest Biomass (Ed. by W.R. Smith) p 1-4. Academic Press, London.
- Harrington, M. & R.G. Kelsey. (1979). Influence of some environmental factors on initial establishment and growth of Ponderosa Pine seedlings. USDA. For. Serv. Intermountain Forest and Range Exp. Sta. Res. Pap. Int-230, Utah., 56 p.
- Hernández, T.T. y De la Isla B.M.L. (1984). Evaluación del daño por gases oxidantes en P. hartwegii y P. montezumae en el Ajusco, D.F. Agrociencia 56: 183-194.
- Hernández, M.E. (1985). Distribución y utilidad de los Abies en México. Bol. Inst. Geogr. 15: 75-118.
- Hosner, J.F. (1965). Effects of varying soil moisture upon the nutrient uptake of four bottomland tree species. Soil. Sci. Soc. Amer. Proc. 29: 313-316.
- Husch, B., Ch.I. Miller & T.W. Beers (1982). Cubic Volume and measures of form. Forest Mensuration. John Wiley and Sons. p 97-113.
- Ingestad, T. (1960). Studies on nutrition of forest tree seedlings. III. Mineral Nutrition of pine. Physiologia Plantarum 13: 513-533.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales - S A R H. (1983). Algunas características del recurso forestal en México. Bol. Div. 65: 40 p.
- Jasso, M.J. y Villareal D.R. - (1978). Necesidad de la investigación sobre el mejoramiento genético para las plantaciones forestales en México. 1a. Reunión Nacional de Plantaciones Forestales: p 14-21. S A R H.
- Kramer, P.J. & T.T. Koslowski. (1979). Physiology of woody plants. Academic Press New York. 811 p.
- Kauffman, M.R. (1968). Water relations of pine seedlings in

- relation to root and shoot growth. Plant Physiol. 43:281-288.
- Landsberg, J.J. (1986). Physiological ecology of forest production. Academic Press London., 198 p.
- Larson, M.M. (1967). Effects of temperature on control, development of Ponderosa Pine seedlings from tree sources. For. Sci. 13:286-294.
- Liu, C.J. (1983). Stem profiles analysis. Planning, performance and growth and yield studies. (ed. by H.L. Wright). CFI Occasional papers number 20:62-73. Commonw. For. Inst., University of Oxford.
- Madrigal, S.X. (1967). Contribución al conocimiento de los bosques de oyamel (A. religiosa) en el Valle de México. Inst. Nac. Invest. forest. S A R H., Bol. Tecn. 18 : 94 p.
- Martínez, M. (1945). Las pináceas de México. An. Inst. Biol. Mex. 16:1-345.
- Martínez, M. (1948). Los pinos de México. 2a. Edición. Editorial Botas, México., 361 p.
- Mas Porras, J. (1983). El sitio experimental "La Nieve". Catorce años después de su tratamiento silvícola. Bol Tecn. 95:60 p. INIF - SARH.
- Miranda, F. (1941). Estudios sobre la vegetación de México. I La vegetación de los cerros al sur de la Meseta del Anáhuac. An. Inst. Biol. Mex. 12:569-614.
- Mirov, N.T. (1967). The genus Pinus. Ronald Press Co. New York., 602 p.
- Mooser, F. (1975). Historia geológica de la Cuenca de México, en: Memoria de las obras del sistema de drenaje profundo del D.F., D D F., México: 9-38 p.
- Musalem, M.A. (1984). Effect of environmental factors on regeneration of Pinus montezumae in a temperate forest of Mexico. Ph. D. Dissertation. Yale University. Faculty of the Graduate School. New Haven. Conn. 262 p.
- Nambiar, E.K.S. (1984). Plantations Forests: Their scope and a perspective on plantation nutrition in: Nutrition of Plantation Forests. (ed. by G.A. Bowen and E.K.S. Nambiar). Academic Press, London., 1-16 p.
- Negreros, C.P. Y L. Snook. (1984). Análisis del efecto de la intensidad de corta sobre al regeneración natural de pinos en un bosque de pino-encino. Ciencia Forestal 47 (9):48-61.
- Rojas, R.F., M.R. Keyes y Martínez, G.A. (1988). Susceptibilidad al substrato edáfico y a la sequía de 10 especies de pinos. Agrociencia 72:183-196.
- Rzedoswki, J. (1978). La vegetación de México. Ed. Limusa. México, D.F., 432 p.
- Sanchez, V., M. Castillo y Rojas, B.L. (1989). Población, recursos y medio ambiente en México. Fundación Universo Veintiuno. 141 p.
- Sands, K. y R.L. Corell. (1976). Water potential and leaf elongation in Radiata Pine and Wheat. Physiol. Plant. 37:293-297.
- Schubert, G.H. (1969). Ponderosa Pine Regeneration Problems in the Southwest in: Regeneration of Ponderosa Pine. (ed. by R.K. Hermann. Scholl of Forestry, Oregon State University, USA: 1-4 p.
- Schulte, P.J. y P.E. Marshall. (1983). Growth and water relations

- of black locust and pine seedlings exposed to controlled water stress. Can. J. For. Res. 13:334-338.
- Shimada, M.K. (1972). Estudio de algunos perfiles de suelos derivados de cenizas volcánicas y de ando del Ajusco, D.F., Tesis de Licenciatura, Univ. Nac. Autonm de Mex. 45 p.
- Smith, N. (1981). World Watch pap. 42. World Watch Inst. Washington D.C.
- Spurr, S.M. (1979). The productivity of forests can be doubled and even tripled of moderns methods of management. Sc. Am. 240(2):76-91.
- Subsecretarià Forestal y de la Fauna. (1977). Cincuenta y siete programas de Reforestaci3n en el pais. Bosque y Fauna XI(6).
- Subsecretarià Forestal y de la Fauna. (1980). Vademecum Forestal Mexicano. SARH., Mèxico, D.F.
- Unidad Industrial de Explotaci3n Forestal San Rafael. (1971). Informaci3n sobre plantaciones que para fines de recuperaci3n de suelos en àreas erosionadas accidentadas ha efectuado la UIEFSR, SAG, Mèxico.
- Unidad Industrial Fàbricas de Papel Tuxtepec. (1974). La Sabana. Fideicomiso para el desarrollo del plan de estructuraci3n de Bosques Artificiales. Direcci3n Tècnica. Mèxico.
- Unidad Forestal de Ordenamiento en el Distrito Federal, (1982). Reporte interior de actividades de 1979 a 1982. SFF - SARH.
- Vargas, H.J.J. y Muñoz, O.A. (1988). Frecuencia estomatal y tamañ0 del tejido vascular en hojas primarias de cuatro especies de Pinus. Agrociencia 72:173-182.
- Vargas, H.J.J. y Muñoz, O.A. (1988). Resistencia a la sequia II: Crecimiento y sobrevivencia en plàntulas de 4 especies de Pinus. Agrociencia 72:197-206.
- Vela G.L. y R. Hernández. (1968). Influencia de la luz solar directa sobre el crecimiento de plantas en vivero de Pinus patula y Pinus montezumae. Bol Tèc. 22. INIF-SFF-SAG. Mèxico. 15 p.
- Wellner, C.A. (1969). Regeneration problems of Ponderosa Pine in the Northern Rocky Mountains in: Regeneration problems of Ponderosa Pine (ed. by R.K. Hermann). School of Forestry, Oregon State University: 5-11 p.
- Zanher, R. (1968). Water defruits and growth of trees in: Water deficits and plant growth. Vol II. Plant water consumption and response (ed. by T.T. Koslowski). Academic Press, New York. 191-254 p.
- Zsuffa, L. (1982). The production of wood for energy. Energy from Forest Biomass. (Ed. by W.R. Smith). Academic Press, London. 5-18 p.