



SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES Y AGROPECUARIAS
DIVISION FORESTAL
COYOACAN, D. F., MEXICO.

CIENCIA FORESTAL

ISSN 0185-2418

REV. CIEN. FOR.	VOL. 14	NUM. 65	114 P.
-----------------	---------	---------	--------

ENERO-JUNIO DE 1989



Revista de divulgación científica y tecnológica de la División Forestal del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

La recopilación, revisión y edición de los artículos que contiene esta revista, fue realizada por un comité editorial formado por las siguientes personas:

Presidente del Comité: *Rafael Moreno Sánchez*

Vicepresidente: *Raúl Villarreal Cantón*

Vocales: *Reynaldo Valenzuela Ruíz*

Abelino B. Villa Salas

Editores: *Alicia E. Martínez Bautista*

Cecilia Nieto de Pascual Pola

Abelino B. Villa Salas

Director de la Revista: *Rafael Moreno Sánchez*

En la revisión de los trabajos de este número en lo particular, se contó con la colaboración de Nancy Contreras Moreno, Antonio Chávez Silva, Víctor Díaz Gómez, Javier Mas Porras y Carlos Rodríguez Franco.

Toda correspondencia deberá dirigirse a:

Revista Ciencia Forestal

Avenida Progreso No. 5,

Viveros de Coyoacán,

04110, México, D. F.

Certificado de Licitud de Contenido Núm. 677

Certificado de Licitud de Título Núm. 1151

Serie Estándar Internacional Núm. (ISSN) 0185-2418

CIENCIA FORESTAL

VOL. 14

ENERO-JUNIO DE 1989

NUM. 65

CONTENIDO

	Pág.
Variación genética en <i>Abies guatemalensis</i> Redher, por Tranquilino Fernández Molina y Felipe Nepamuceno Martínez.....	3
Efecto del espaciamiento en el desarrollo de una plantación de cuatro especies de pino en Capacuaro, Michoacán, por J. Jesús García Magaña	18
Ensayo de tres intensidades de poda en una plantación de <i>Pinus pseudostrobus</i> y <i>P. michoacana</i> Mtz., por Jesús García Magaña y Roberto Toledo Bustos	52
Costos de producción de madera aserrada, por Manuel Pando Olivas, Pedro Juárez Tapia y Manuel Alarcón Bustamante	77
El uso de sistemas de información geográfica (GIS) en el manejo de la fauna silvestre, por Gilberto Chávez León	89
Características del aile (<i>Alnus jorullensis</i> HBK ssp. <i>zorullensis</i>) en el Valle de México, por Cecilia Nieto de Pascual Pola y Marisela C. Zamora-Martínez	99

OPENING FOREST

DATE: _____ TIME: _____

CONTENTS

1. Introduction	1
2. Objectives	2
3. Methodology	3
4. Results and Discussion	4
5. Conclusion	5
6. References	6
7. Appendix	7
8. Glossary	8
9. Bibliography	9
10. Acknowledgements	10

VARIACION GENETICA EN *Abies guatemalensis* Redher,

Tranquilino Fernández Molina *
Felipe Nepamuceno Martínez **

RESUMEN

Se determina un primer reconocimiento del patrón de variación morfológica para características de conos, hojas y semillas en tres poblaciones naturales de *Abies guatemalensis* Redher, del estado de Chiapas. El análisis de varianza muestra diferencias significativas en 12 características de las 20 analizadas a nivel interpoblacional, y, en todas las características a nivel intrapoblacional (árboles dentro de poblaciones), excepto ancho de semillas. Es apreciable una diferenciación morfológica interpoblacional, y de acuerdo con la agrupación de medias, de las tres poblaciones analizadas dos de ellas mantienen una gran afinidad morfológica (Tenalchem-Cruthá y el Porvenir) y se aproximan al taxón *Abies guatemalensis* var. *tacanensis* (Lundl.) Martínez, mientras que la población de Tapalapa, corresponde al taxon *Abies guatemalensis* Redher. Estas diferenciaciones se asocian al aislamiento geográfico existente y reflejan un alto componente genético.

SUMMARY

Needle, seed and cone characteristics of *Abies guatemalensis* Redher of three locations in the state of Chiapas, México, were studied. The statistical analysis showed that 12 of the 20 characteristics analyzed, the variations were significantly different within location except seed width. The Tukey's honestly significant difference showed that 2 of the 3 locations had similar morphology (Tenalchem-Cruthá and El Porvenir) and were closely related to *Abies*

* Biólogo, Investigador Adjunto del CIFAP - Chiapas, INIFAP.

** Biólogo, Investigador Titular del CIFAP - Distrito Federal, INIFAP.

guatemalensis var. *tacanensis* (Lundl.) Martínez, while the other location (Tapalapa) confirms the description of the taxon *Abies guatemalensis* Redher. This differences were associated to its geographic isolation, and reveal high genetic components.

INTRODUCCION

La mayor parte de las especies de *Abies* forman parte importante de las regiones altas del hemisferio norte y, se pueden encontrar respectivamente, en masas puras o asociadas con otras coníferas como *Picea*, *Tsuga*, *Pseudotsuga*, *Larix*, *Juniperus* y *Pinus*. Haciendo referencia a estudios paleobotánicos y a la distribución actual, Liu (1971) consigna para el género *Abies*, dos grandes regiones geográficas: la oriental, en la cual se ubican 25 especies, 19 variedades y siete híbridos, (a esta región a su vez, corresponde la subregión del mediterráneo, con ocho especies cinco variedades y cinco híbridos, además, de la subregión de Siberia y este de Asia, con 17 especies, 14 variedades y dos híbridos) y la región occidental, que incluye 14 especies, ocho variedades y dos híbridos, de las cuales nueve especies, cuatro variedades y dos híbridos corresponden a la subregión de América del Norte, y siete especies y cuatro variedades a la subregión de México y Guatemala; en total, los taxa del género *Abies* consignados por el autor son 39 especies, 27 variedades y nueve híbridos. Posteriormente el mismo Liu (1977) compila las referencias bibliográficas sobre el género *Abies*.

Taxonómicamente, *Abies* presenta gran dificultad para su identificación, puesto que sus especies muestran extensa variabilidad en cuanto a sus características morfológicas y amplitudes de distribución. Así por ejemplo, para la región occidental la especie más boreal es *Abies lasiocarpa* (Hook) Nutt. que se extiende en Alaska y territorio de Yukón hasta latitudes de 64° 30' N, en tanto que *Abies guatemalensis* Redher es la más austral y se establece en poblaciones aisladas en las altas montañas de Guatemala y México entre latitudes de 14° y 15° N. El género *Abies* en la República Mexicana comprende, según Martínez (1963), ocho especies y cinco variedades; Liu (*op. cit*) reconoce solamente a seis especies y cuatro variedades. La distribución de éstos taxa se localiza preponderantemente en la parte norte y centro del país, y hacia el sur en los estados de Oaxaca, Guerrero y Chiapas. El hábitat del género, se encuentra limitado a sitios de alta montaña, por lo común entre 2,000 a 3,600 msnm confinados a laderas de cerros, cañadas y lugares protegidos de fuertes vientos, bajo condiciones climáticas específicas (Rzedowski, 1978). Algunas especies como *Abies religiosa* en el Valle de México se encuentran formando extensas masas puras (Madrigal, 1978).

Abies guatemalensis Redher es una especie con alto grado de variación Martínez (*op.cit.*), describe dos variedades, que Liu (*op. cit.*), las consigna dentro de la variabilidad del *Abies guatemalensis* Redher. El presente estudio hace un análisis de las características morfológicas de conos, hojas y semillas de *Abies guatemalensis* Redher, con el propósito de obtener un conocimiento más amplio sobre su taxonomía, así como de evaluar de manera preliminar el patrón de variación geográfica de poblaciones naturales. Esta evaluación se considera importante para coadyuvar a los objetivos de silvicultura y reforestación, mejoramiento y conservación de recursos genéticos, mas aún, cuando este recurso se ha reconocido como amenazado (FAO, 1986).

ANTECEDENTES

Abies guatemalensis Redher ("romerillo" o "pinabete"), en el estado de Chiapas, se encuentra en altitudes de 1,830 a 2,840 msnm, y las poblaciones se localizan en tres zonas ecológicas que son: Región de Los Altos, específicamente sobre las cañadas de Tenalchem-Cruthá; Región de la Sierra Madre, en los municipios de El Porvenir y Siltepec; y la Región de las Montañas del Norte, en el municipio de Tapalapa (Fig. 1).

Tanto en Chiapas como en Guatemala las poblaciones de *A. guatemalensis* Redher desaparecen como resultado de las fuertes talas (González y Castañeda, 1983). La madera tiene demanda para construcciones rurales, carpintería en general, duelas para pisos, cajas, etc. Se le aprovecha también como árbol navideño, lo que ha motivado que exista interés en su cultivo (Mejicano, 1983).

La denominada Cooperativa de Recursos de Coníferas de Centroamérica y México (Camcore) ha efectuado colectas de semilla y materiales de *Abies guatemalensis* en Guatemala y Chiapas (Dvorak 1983); en evaluaciones sobre tres poblaciones (El Porvenir Chiapas, Palestina y Sierra María Tecúm Guatemala), los resultados muestran que la especie crece en promedio de 0.36 a 0.46 m/año (entre las edades de 41 a 71 años), el incremento promedio del diámetro varía entre 0.37 cm/año y la gravedad específica de la madera entre rodales es de 0.27 a 0.44 g, a su vez, se encontró una diferencia del peso específico de 3% entre madera joven y madura (Donahue y col., 1985). Por otro lado, se trabaja en la propagación a través de cultivo de tejidos en el Centro de Investigaciones Ecológicas del SE (Alvarez y Méndez, 1985), así mismo, se realizó un estudio autoecológico para determinar las causas que amenazan la estructura y composición de los bosques de la especie en el estado de Chiapas (Zamora, 1986).

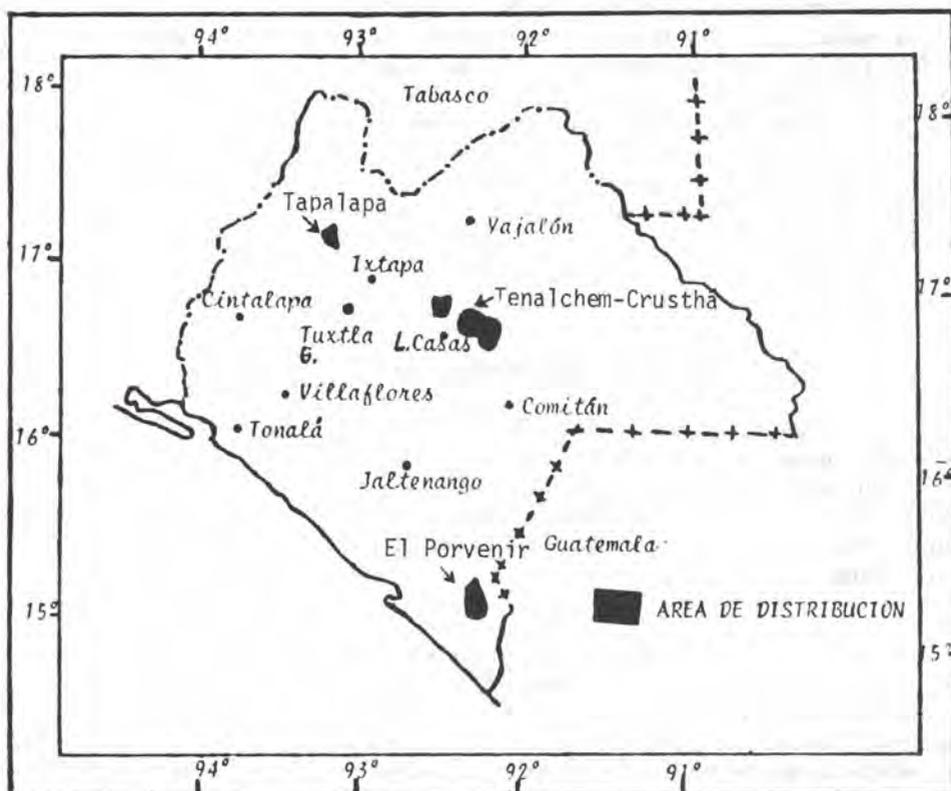


Figura 1. Área de distribución natural de *A. guatemalensis* en Chiapas.

Martínez (1963), consigna para *Abies guatemalensis* Redher un alto grado de variación describiendo para México a *Abies guatemalensis* var. *jaliscana* Mtz. y *A. guatemalensis* var. *tacanensis* (Lund) Mts., basándose en diferencias morfológicas en las brácteas, escamas y características de las hojas; la variedad *tacanensis* y la especie típica son las que se mencionan para el estado de Chiapas.

El ciclo fenológico de *Abies guatemalensis* se completa en un año, y para el *Abies guatemalensis* de los Altos de Chiapas se describe de la siguiente manera (Ramírez, 1985): durante enero se manifiestan los hinchamientos de los primordios florales; en febrero y marzo los primordios revientan y se alargan; en marzo y abril las flores masculinas y femeninas están completamente definidas;

en abril y mayo ocurre la polinización; en junio y julio los conillos formados están en el estadio de crecimiento lento; de julio a septiembre los conos se encuentran en el estadio de crecimiento rápido y alcanzan su desarrollo total; en octubre y noviembre las semillas maduran, para finalmente dispersarse en noviembre y diciembre.

Las semillas de *Abies guatemalensis*, generalmente tienen un bajo porcentaje de germinación; en pruebas de germinabilidad sin ningún pretratamiento y con semillas colectadas en Chiapas (Donahue y Col, *op. cit.*) el porcentaje de germinación fue de 15%. La baja germinación parece ser normal en la mayoría de las especies del género *Abies* y trabajos con especies de *Abies* de latitudes boreales indican que la viabilidad puede ser mantenida por períodos relativamente largos, si se emplean cajas selladas a -15° C y un contenido de humedad de 9 a 12%, y se requiere la estratificación en frío por 12 semanas para incrementar la germinación hasta en un 30% (Franklin, 1974).

El análisis de la variación natural de *Abies* de Norteamérica, ha permitido explicar en parte la distribución y las relaciones taxonómicas y evolutivas de los mismos. Para *Abies balsamea* (L.) Mill. y *A. balsamea* var. *phanerolepis* Fern. y *A. fraseri* ((Pursh) Poie, se ha indicado que existen series completas de estructuras morfológicas que unen estos taxa, por lo que los límites taxonómicos no son precisos, proponiéndose un patrón de variación clinal (Myers y Bormann, 1963; Robinson y Thor, 1968). En el complejo *Abies grandis* (Dougl) Lind. y *A. concolor* (Gord y Glend) Lind, también se ha estudiado la variación morfológica, lo que ha permitido suponer una introgresión entre las poblaciones para explicar patrones de variación morfológica en las hojas de *Abies grandis* (Zobel, 1973). Finalmente, la comparación de características morfológicas de conos y hojas de algunas especies de *Abies*, a nivel de individuos, poblaciones y las propias especies, ha permitido apoyar propuestas evolutivas en las que el aislamiento reproductivo no constituye el evento básico evolutivo (Meze, 1983).

MATERIALES Y METODOS

El material vegetativo y reproductivo fue obtenido de las tres zonas en donde se distribuye *Abies guatemalensis* en el estado de Chiapas (Fig. 1), los datos geográficos y ecológicos de las tres localidades o poblaciones se consignan en el Cuadro 1. En cada población se realizó la colecta sobre cinco árboles, constituyéndose dos niveles de muestras: poblaciones y árboles individuales. Las características consideradas para determinar la variación de *A. guatemalensis* Redher en el estado de Chiapas fueron un total de 20, el número de muestras en

Cuadro 1.- Ubicación, clima y suelos de las tres poblaciones analizadas de *Abies guatemalensis* en el estado de Chiapas.

Población	Municipio	Latitud	Longitud	ASNM (m)	Temperatura Media Anual (°C)	Precip. Media Anual (mm)	Clima	Suelos (Text)	pH	MO (%)	CIC meg/100 g
Tapalapa	Tapalapa	17°00' 17°09'	93°00' 93°08'	1,980	18.8	2,000	(A)C(W)(V)g. Semi-cálido.	Migajón arenoso	5.4 7.0	2.63 10.0	10.4
Tenalchem Crusthá	Chanal	16°32' 16°34'	92°14' 92°24'	2,300	14.1	1,238	C(W ₂)(W) big Templado Sub-húmedo.	Migajón arcillo arenoso	5.6 6.5	2.5 5.0	20.0
Porvenir	El Porvenir	15°24'	92°15'	2,752	11.4	2,031	C(M)(W) big Templado-húmedo.	Migajón arenoso	5.4 5.6	0.9 9.1	13.4

cada población fue dependiente de las características y se ubicó un mínimo de 50 hasta un máximo de 500 (Cuadro 2).

El análisis estadístico se llevó a cabo utilizando el modelo II de análisis de varianza de efectos aleatorios, evaluados por muestreos de poblaciones normales y muestras de clasificación jerárquica, lo que permitió determinar los componentes de varianza con base en los cuadros medios, en los dos niveles en que se clasificaron las muestras.

Las estimaciones de diferencias significativas entre medias de poblaciones para cada característica, se llevó a cabo a través de la prueba de comparación de medias (Método Tukey) al nivel de 1% de probabilidad.

RESULTADOS Y DISCUSION

La significatividad de los análisis univariados de las 20 características de *Abies guatemalensis*, los componentes de la varianza expresados como porcentajes de la variación total, así como las comparaciones de medias procedentes, se presentan en los Cuadros 3 y 4.

De las 20 características evaluadas, en 12 de ellas se detectaron diferencias significativas en el nivel poblacional; en siete de estas 12 características, se alcanzaron valores cercanos o mayores del 50% de la variación total y en las cinco restantes el porcentaje fue cercano al 30% de la variación total. En el nivel de árboles individuales dentro de las poblaciones se determinaron también diferencias significativas (a excepción del ancho de las semillas), y aunque en algunas características se alcanzó más del 50% de la variación total, la importancia de éstas fue menor en relación con las características en que las que se detectaron diferencias interpopulacionales. Agrupando las características que exhiben diferencias entre poblaciones, un mayor número le correspondió a los conos y un menor número a las semillas y a las hojas

La longitud de hojas fue diferente en las tres poblaciones, las hojas más cortas se encontraron en la localidad de Tenechem-Cruthá, con una media (2.14 cm), que es igual a la longitud mínima consignada por Martínez (1963 *op. cit.*) este autor señala un largo de hojas de hasta 5.5 cm que son bastante largas y presumiblemente corresponden a poblaciones fuera del estado de Chiapas; en este trabajo las hojas más largas fueron de 3.40 cm. Conviene señalar que en la descripción original de Redher, el intervalo de longitud de las hojas se menciona

Cuadro 2.- Características analizadas y número de muestra en cada nivel de estudio de *Abies guatemalensis* en el estado de Chiapas.

Características	Clave	Número de muestra por árbol	Número de muestra por población	Número de muestra en 3 poblaciones
1.- Peso de conos	PC	10	50	150
2.- Longitud de conos	LC	10	50	150
3.- Ancho de conos	AC	10	50	150
4.- Núm. de semillas	NSXC	10	50	150
5.- Núm. de escamas por cono	NEXC	10	50	150
6.- Ancho de escamas	AE	100	500	1,500
7.- Longitud de escamas	LE	100	500	1,500
8.- Longitud de brácteas	LB	100	500	1,500
9.- Ancho de brácteas	AB	100	500	1,500
10.- Proporción longitud de la bráctea y longitud de la escama	LB/LE	100	500	1,500
11.- Longitud de semillas	LS	100	500	1,500
12.- Ancho de semillas	AS	100	500	1,500
13.- Ancho de alas	AA	100	500	1,500
14.- Longitud de alas	LA	100	500	1,500
15.- Longitud de hojas	LH	100	500	1,500
16.- Ancho de hojas	AH	100	500	1,500
17.- Grosor de hojas	GH	100	500	1,500
18.- Núm. de líneas de estomas superiores	NLES	100	500	1,500
19.- Núm. de líneas de estomas inferiores	NLEI	100	500	1,500
20.- Num. de canales resiníferos	NCR	50	250	750
Total de datos analizados: 22,500				

Cuadro 3. Componentes de la varianza, expresados como porcentaje de la varianza total para las características morfológicas de *Abies guatemalensis* Redher en el estado de Chiapas.

Caracteres	Interpoblacionales	Intrapoblacionales	Individual
Largo de hojas	43.97 **	31.21 **	24.29
Ancho de hojas	0.10 NS	99.78 **	0.24
Grueso de hojas	12.00 NS	86.66 **	0.00
Número de líneas de estomas superiores	17.93 NS	64.94 **	17.13
Número de líneas de estomas inferiores	7.07 NS	82.44 **	10.48
Número de canales resiníferos	56.51 **	36.90 **	6.62
Largo de conos	36.01 **	33.83 **	30.15
Ancho de conos	37.75 **	30.86 **	31.53
Peso de conos	1.93 NS	69.04 **	24.01
Número de escamas por cono	24.75 **	39.82 **	35.41
Largo de escamas	13.75 NS	56.27 **	29.96
Ancho de escamas	44.51 **	33.49 **	20.72
Largo de brácteas	56.30 **	31.91 **	11.60
Ancho de brácteas	29.09 **	48.18 **	20.00
Proporción bráctea/escama	74.07 **	16.04 *	10.24
Largo de semillas	61.53 **	23.07 **	18.46
Ancho de semillas	12.50 **	4.75 NS	92.50
Largo de alas	5.66 NS	63.15 **	32.89
Ancho de alas	7.89 NS	78.94 **	13.68
Número de semillas por cono	48.84 **	26.36 **	24.79

NS No significativo

* Significativo ($P \leq 0.05$)**Altamente significativo ($P \leq 0.01$)

Cuadro 4.- Prueba de medias poblacionales (método Tukey) para características de *Abies guatemalensis* Redher en tres poblaciones del estado de Chiapas.

Características	Tenalchem-Crustha	Porvenir	Tapalapa
Longitud de hojas	2.14 A	2.64 B	3.40 C
Número de canales resiníferos	3.68 C	1.72 A	2.94 B
Longitud de conos	8.84 B	10.64 C	7.80 A
Ancho de conos	3.70 A	4.54 C	4.14 B
Número de escamas por cono	171.22 B	197.44 C	146.48 A
Ancho de escamas	2.68 A	2.71 A	3.05 B
Longitud de brácteas	1.56 B	1.78 C	1.24 A
Ancho de brácteas	0.62 B	0.62 B	0.50 A
Proporción bráctea/escama	0.80 B	0.84 B	0.60 A
Longitud de semillas	0.85 A	1.00 B	1.03 C
Ancho de semillas	0.44 B	0.39 A	0.46 B
Número de semillas por cono	233.46 A	340.96 B	222.16 A
En letra iguales, las medias no difieren significativamente al 1 % de probabilidad.			

entre 1.5 a 3 cm, que sí comprende a las medias de las tres poblaciones locales de Chiapas.

Respecto a los números de líneas de estomas, se coincide con la descripción de Martínez (*op. cit.*) en el número de líneas en la cara inferior, dado que las medias en las tres poblaciones encontradas en este trabajo es de 17.5 líneas, valor que se incluye en el intervalo de 16 a 20 hileras mencionadas por el citado autor. Donde existen discrepancias es en el número de hileras de estomas superiores ya que la presencia de estos se describe como excepcional, en este trabajo, el carácter se mostró en las tres poblaciones, con un promedio de cuatro hileras de estomas.

Los canales resiníferos de las hojas de los *Abies* son constantes y en número de dos, pero éste puede variar a más de dos en algunas especies. El número constante de dos que se mencionan para los *Abies*, se manifiesta exactamente en la población de El Porvenir, donde se encuentran dos canales en promedio; con las otras dos poblaciones el número de canales se aproxima a tres en Tapalapa y a cuatro canales en promedio en Tenalchem-Cruthá; Martínez (*op. cit.*) hace referencia Matuda observó tres canales resiníferos en Malé, Chiapas que corresponde a la población de El Porvenir.

En cuanto a la composición de la variación en las hojas, el nivel intrapoblacional es de 99.78% para el ancho de las hojas, mientras que el nivel poblacional es insignificante. El largo de las hojas resulta con una variación mayor a nivel poblacional (43.97%), así sucede también con la característica anatómica del número de canales resiníferos, en la cual un poco más de la mitad de la variación (56.5%) Se debe a las poblaciones, este carácter en general se ha señalado como constante en el género *Abies*, con dos canales resiníferos únicamente y por excepción más de dos canales en algunas especies, como *Abies hickeli* con 12 canales (Liu *op. cit.*).

Para los conos, a excepción de su peso y del largo de las escamas todas las demás variables fueron significativamente diferentes entre las tres poblaciones. Respecto al peso, no obstante que las diferencias en longitud y ancho entre las poblaciones, no hubo variaciones. Las características relacionadas con el tamaño de los conos, presentaron valores promedios que corresponden al intervalo reportado para la especie, aunque existieron diferencias significativas entre las tres poblaciones. Las escamas de los conos fueron aproximadamente constantes en sus dimensiones y solamente se pudo distinguir una mayor anchura de escamas en los árboles de la población de Tapalapa. Las brácteas de las escamas, común en todos los *Abies*, pueden variar en forma y tamaño y, su importancia sistemática es bastante relevante. Las tres variables de las brácteas mostraron diferencias a nivel interpoblacional y los valores medios para longitud estuvieron cercanos a los reportados en la descripción original, sobre todo los valores de El Porvenir. La proporción de longitud de bráctea/longitud de la escama, que es quizá la característica de mayor importancia taxonómica y que no había sido consignada cuantitativamente como una proporción en los *Abies* mexicanos, resultó de gran interés en este trabajo: esta proporción mantuvo diferencias altamente significativas entre las poblaciones, y en la prueba de medias correspondiente se observó que la población de Tapalapa es diferente y mostró una proporción de 0.6, lo que de acuerdo con la descripción morfológica de las brácteas, correspondería a una bráctea completamente inclusa.

En los conos, su longitud y grosor mostraron una variación aproximadamente igual en los dos niveles de clasificación. En el peso de los conos y el número de escamas por cono, la mayor variación se asoció a los árboles dentro de las poblaciones, incluso en el peso de los conos la variación poblacional fue reducida (1.93%). En la longitud de las escamas, la mayor variación se encontró en el nivel de árboles dentro de poblaciones (56.27%) y la variación entre poblaciones fue reducida (13.75%). La anchura de las escamas, tuvo su mayor variación entre poblaciones con un 61.53% de aportación, ya que la otra propiedad que es el ancho, su mayor variación se asoció a la variabilidad dentro de las muestras en donde alcanzó un 92.50% de la variación. El número de semillas por cono fue bastante variable entre las poblaciones y alcanzó casi la mitad de la variación total (48.84%) y pudo estar influido por factores ambientales específicos en cada localidad.

En las brácteas se observó como relevante el mayor componente interpoblacional. La proporción longitud de brácteas entre longitud de escama, alcanzó un 74% de variación, debido a las poblaciones. En una investigación similar, Robinson y Thor (1969) encontraron para el *Abies* del sur de los Montes Apalaches una gran variación en esta característica asociada con los grupos geográfico o poblaciones geográficas con un comportamiento de variación de 96% y a través de esta característica diferencian tres entidades taxonómicas (*Abies fraseri*, *A. balsamea* y *A. balsamea* var. *phanerolepis*); sin embargo, señalan que al considerar de manera independiente los dos componentes de esta proporción se revela un traslape o variación gradual entre las entidades taxonómicas referidas.

Considerando las brácteas, se pueden distinguir las poblaciones de *Abies guatemalensis* (Fig. 2); así en Tapalapa, se encuentran las brácteas más cortas y menos anchas, con una proporción de longitud de bráctea/longitud de escama de 0.60, lo que contrastó con las otras dos poblaciones, las cuales no difieren entre sí y sus proporciones de longitud de bráctea/longitud de escama fueron cercanas a uno (0.84 y 0.80); en las tres poblaciones la bráctea fue morfológicamente inclusa. En *Abies balsamea* (L.) Mill, se ha detectado una gradación en la proporción de la longitud de bráctea/longitud de escama desde 0.8 a 1.7, proponiéndose que los valores extremos corresponden a la variedad *phanerolepis* y al taxon típico, existiendo sin embargo, todas las proporciones intermedias (Myers y Bormann, 1963).

Con base en las poblaciones analizadas en este trabajo, se apreció una diferenciación morfológica interpoblacional en el *Abies guatemalensis*: Dos poblaciones (Tenalchem-Cruthá y El Porvenir), mantienen semejanzas morfológicas y se aproximaron al taxon *Abies guatemalensis* var. *tacanensis* Mtz., sin confirmar plenamente a éste, mientras que la población de Tapalapa

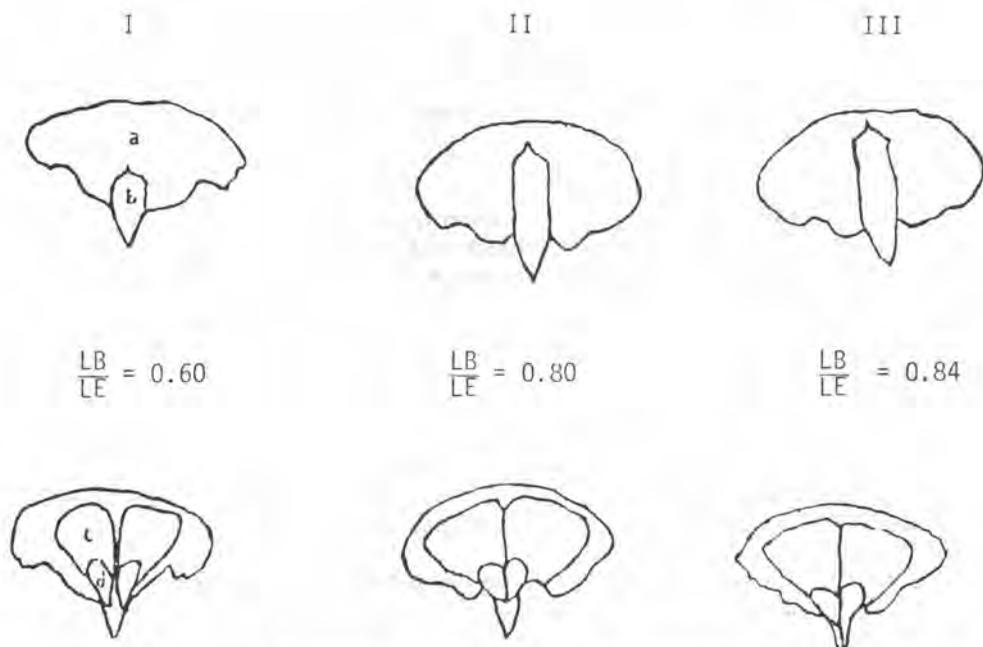


Figura 2.- Formas de escamas, bracteas y alas de las poblaciones de *Abies guatemalensis* Redher: I.- Tapalapa, II.- Tenalchem - Crustha, III.- El porvenir. (a) Escama, (b) Bractea, (c) Alas, (d) Semillas. Se indica la proporción longitud de bractea/longitud de escama (LB/LE).

correspondió al taxon *Abies guatemalensis* Redher. Liu (*op.cit.*) no consigna las dos variedades de *Abies guatemalensis* debido a que la bráctea exclusiva o superante descrita para la var. *tacanensis* (proporción long. de bráctea/long. de escama de uno) no es una característica que se presenta plenamente. La localidad de El Porvenir es más cercana al área de distribución de la var. *tacanensis* y es factible que a través de un transecto altitudinal se manifiesten en altitudes superiores, las características morfológicas de esta variedad, con ocurrencia de formas intermedias.

El virtual aislamiento geográfico de las poblaciones de *Abies guatemalensis*, fue la causa de las diferenciaciones morfológicas y alta variabilidad asociada al nivel de poblaciones y detectada en este trabajo; de forma complementaria, la distribución limitada y la fuerte disminución de individuos en cada una de las localidades por causa antropogénica, colocan a *Abies guatemalensis* como una especie con alta prioridad dentro de las acciones de conservación genética.

CONCLUSIONES

1.- *Abies guatemalensis* Redher en Chiapas, muestra diferenciaciones morfológicas interpoblacionales.

2.- La población de Tapalapa, Chis. corresponde plenamente a *Abies guatemalensis* Redher y las poblaciones de Tenalchem-Cruthá y El Porvenir, Chis. se aproxima al taxon *A. guatemalensis* var. *tacanensis*.

LITERATURA CITADA

- Alvarez S.,D. y Méndez B.,L. 1985. Progenación por medio de cultivo de tejidos de plantas en peligro de extinción en el Estado de Chiapas. Informe Académico. Trabajos de Investigación CIES. San Cristóbal de la Casas, Chiapas. México. pp. 329-342.
- Dvorak, W.S 1983. Recolecciones de semillas de Camcore en 1983. Camcore News No. 3 School of Forest Resources, North Carolina State University. pp. 6-9.
- Donahue, J.K., Dvorak, W.S., Gutiérrez A.,E. y Kane, M.B. 1985. *Abies guatemalensis*: Informe sobre el estado en que se encuentra el estudio a los dos años. Boletín de Camcore sobre asuntos forestales tropicales. North Carolina State University. 19 pp.
- FAO 1986. Databook on endangered tree and shrub species and provenances. FAO. Forestry Paper 77. FAO Roma. 524 pp.
- Frankin, J.F. 1974. *Abies Mill. Fir*. En: Seed of woody plant in the United States, U.S.D.A. Forest Service. U.S.D.A. Agriculture handbook 450. pp. 168-183.
- González, M. y Castañeda, C.1983. Las comunidades de pinabete (*Abies guatemalensis* Redher) en Guatemala. Tikalia, Universidad de San Carlos de Guatemala 2 (1): 5-36.
- Liu, T.S.1971. A monograph of the genus *Abies*. Department of Forestry College of Agriculture. National Taiwan University, Taipei. 609 p.
- Liu, T.S. 1977. The genus *Abies* (XIV) III. General bibliography. Quartely Journal of the Taiwan Museum 30 (3/4): 253-321.

- Martínez, M. 1963. Las Pináceas Mexicanas. Instituto de Biología, UNAM. México. pp. 75-159.
- Madrigal S.X. 1978. Contribución al conocimiento de la ecología de los bosques de oyamel (*Abies religiosa* H.B.K. et Cham), en el Valle de México. Boletín Técnico 18. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. México 94 p.
- Mejicano, R. 1983. El atractivo cultivo de pinabete. Instituto Nacional Forestal. Regional I Guatemala CA. 8 p.
- Maze, J. 1983. Comparison of cone and needle characters in *Abies*: a test of a new theory evolution. *Canadian Journal of Botany*. 61 (7): 1926-1930.
- Myers, J.A. and Bormann, F.H. 1963. Phenotypic variation in *Abies balsamea* in response to altitudinal and geographic gradients. *Ecology* 44 (4): 429-436.
- Ramírez, G., J.A. 1985. Fenología de *Abies guatemalensis* Redher. Datos Inéditos. México SARH. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Residencia San Cristóbal de las Casas, Chiapas.
- Robinson, J.F. y Thor, E. 1968. Natural variation in *Abies* of the Southern Appalachians. *Forest Science* 15(3): 238-245.
- Rezdowski J. 1978. Vegetación de México. Ed. Limusa. México. pp. 302-306
- Zamora, C. 1986. Autoecología de *Abies guatemalensis* en Chiapas. Informe Técnico Inédito. México SARH. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Residencia de San Cristóbal de las Casas, Chiapas.
- Zobel, D.B. 1973. Local variation in integrating *Abies grandis* and *A. concolor* populations in the central Oregon Cascades: needle morphology and periderm color. *Bot. Gaz.* 134(3): 209-220.

EFECTO DEL ESPACIAMIENTO EN EL DESARROLLO DE UNA PLANTACION DE CUATRO ESPECIES DE PINO EN CAPACUARO, MICHOACAN

J. Jesús GARCIA MAGAÑA*

RESUMEN

En 1977 el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales (hoy Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias), estableció una plantación experimental en terrenos de la Comunidad de Capacuaro, Michoacán. Las especies ensayadas fueron: (*Pinus pseudostrobus*) Lindl., (*P. douglasiana*) Mart., (*P. montezumae*) Lamb. y (*P. leiophylla*) Schl. et Cham.; éstas fueron establecidas en 5 diferentes espaciamientos de 2.0 x 2.0; 2.5 x 2.5; 3.0 x 3.0; 3.5 x 3.5 y 4.0 x 4.0 m.

Los objetivos fueron obtener información sobre el crecimiento en diámetro, altura, área basal y volumen, así como encontrar el grado de correlación entre las variables especie, espaciamiento y número de árboles por hectárea con los valores de área basal y volumen a 5.8 años de plantación.

Los resultados mostraron que para las especies (*P. pseudostrobus* y *P. montezumae*) los valores de las alturas del espaciamiento 2.0 x 2.0 m resultaron ser significativamente mayores que los observados en los dos espaciamientos más amplios.

Al realizar la comparación entre especies el (*P. pseudostrobus* y el *P. douglasiana*) mostraron en todos los espaciamientos ensayados, un mayor índice de crecimiento en altura sobre (*P. montezumae* y *P. leiophylla*.) En relación a los valores diamétricos no se observaron diferencias significativas entre espaciamientos ni entre especies.

* Ing. Agrónomo Forestal. Investigador del Campo Experimental Uruapan, CIPAF-Michoacán, INIFAP.

INTRODUCCION

SARH, en 1977 reportó que en 1976, México contaba con aproximadamente 44.3 millones de hectáreas arboladas; CNIDS en 1985 reportó 40.9 millones de hectáreas, perdiéndose anualmente un promedio de 38 mil hectáreas, lo que representa una disminución en el potencial productivo, que es necesario recuperar con plantaciones forestales de especies adecuadas, en densidades que permitan manejar la producción a objetivos específicos como: madera aserrada, chapa para triplay, madera para celulosa o una producción combinada. Para esto es necesario conocer la producción por especie y espaciamiento mediante plantaciones experimentales.

En el país se cuenta con pocas investigaciones sobre espaciamientos, de acuerdo a su importancia para el presente trabajo se plantearon los siguientes objetivos:

- Determinar el crecimiento en diámetro, altura, área basal y volumen en una plantación experimental con 4 especies de pino en 5 espaciamientos a 5.8 años de edad.

- Determinar el grado de correlación entre las variables: especie, espaciamiento y número de árboles por hectárea con los valores de área basal y volumen a 5.8 años de edad.

ANTECEDENTES

De los trabajos realizados sobre espaciamiento en el extranjero:

Hawley y Smith en 1972, consideran que el espaciamiento óptimo es el que produce el volumen mayor de producto, forma y calidad de los árboles exigidos por los objetivos trazados; cada espaciamiento tiene sus ventajas: por ejemplo, un espaciamiento amplio reduce el costo por hectárea de la reserva de vivero y de la plantación; sin embargo, para control de la erosión en que se precisa alcanzar la espesura con rapidez, el espaciamiento puede ser hasta 1 x 1 m, aunque el costo sea más alto.

Low en 1974, menciona que para las condiciones de la Gran Bretaña y hasta que se conozca más de los efectos de los espaciamientos sobre el desarrollo

subsecuente de la masa y particularmente sobre las propiedades de la madera, el espaciamiento no deberá exceder de 2.1 x 2.1 m excepto en sitios fértiles protegidos y para pinos no debe exceder de 1.8 x 1.8 m.

Balmer *et al.* en 1975, en una plantación de *Pinus taeda* de 15 años de edad establecida para observar el comportamiento de la especie en 4 diferentes espaciamientos que variaron 1.8 x 1.8 hasta 3.6 x 3.6 m, notaron que el promedio de altura en el espaciamiento de 1.8 x 1.8 m (13.53 m) fué significativamente menor que en los otros 3 espaciamientos (14.14, 15.24 y 15.24 m) el de 2.4 x 2.4 m contribuyó al mayor volumen comercial de pulpa para papel (193.48 m³/ha), aunque estadísticamente solo fué más grande que el correspondiente a 3.6 x 3.6 m. (147.70 m³/ha).

Combe y Gewald en 1979, elaboraron una guía de campo, recopilando la información de los ensayos establecidos en el CATIE ubicado en Turrialba, Costa Rica, y describen una plantación donde se estableció el *Pinus caribea* var. *hondurensis* en cuatro diferentes espaciamientos (de 2.0 x 2.0 m hasta 3.5 x 3.5 m), cuyo objetivo consistió en investigar la influencia del espaciamiento inicial de la plantación sobre el crecimiento de la especie; de los resultados obtenidos concluyen que para las condiciones de Turrialba, el espaciamiento recomendable para la especie es el de 2.5 x 2.5 m.

De los trabajos realizados sobre espaciamientos en el país.

Caballero y Prado en 1969, en una plantación de *Pinus patula* y *P. leiophylla* establecidas en 3 diferentes espaciamientos (1.5 x 1.5, 3.0 x 3.0 y 6.0 x 6.0 m), observaron que las diferencias por concepto densidad de la masa, no son considerables a las edades de 3 y 6 años (uno de vivero más 2 y 5 de plantación), las especies mostraron tener un ritmo diferente de crecimiento en altura, pero no en diámetro; el análisis estadístico reveló que desde los 3 años de edad ya había diferencias significativas entre las alturas de ambas especies: *Pinus patula* demostró ser más rápido en crecimiento que *P. leiophylla*.

Malthus en 1979, en una plantación de *Pinus caribea* var. *hondurensis* establecida en 1973 con la finalidad de producir madera para pulpa, analizó datos de la plantación a 5 años de establecida y encontró que los mejores espaciamientos en plantaciones comerciales con pinos tropicales y la especie mencionada, son las de densidades altas, en este caso, el tratamiento de 1 x 1 m rindió un volumen por hectárea de 139.987, con 27.996 m³ de incremento

corriente anual en volumen y el de 2 x 1 m con 111.226 m³/ha y un ICAV de 22.245 m³.

Mas *et al.* en 1983 presentaron los resultados obtenidos de plantaciones forestales en el C.E.F. "Barranca de Cupatitzio", mencionando que la especie que respondió relativamente mejor a una mayor amplitud de espaciamiento fué el *Pinus pseudostrobus* que se caracteriza por ser intolerante en grado medio; en esta especie, el espaciamiento de 2 x 2 m superó en rendimiento al de 1 x 1 m en un 23% de incremento de diámetro, después de 18.8 años de establecida la plantación; en *Pinus patula*, la diferencia de incremento en diámetro entre espaciamientos iniciales fué menor que en las otras dos especies *Pinus michoacana* y *P. pseudostrobus*. Para la especie *Pinus douglasiana* de 8.6 años, el espaciamiento que produjo mayor incremento en diámetro fué el de 2 x 2 m. (9% más que los otros espaciamientos), pero en lo que se refiere al crecimiento de altura fué un poco menor comparado con los espaciamientos de 1.5 x 1.5 m y 1 x 1 m; aunque en general las diferencias de crecimiento en diámetro y altura entre tratamientos parecen no ser significativas.

Mas *et al.* en 1984, presentaron los resultados de plantaciones de dos municipios del Estado de Michoacán en las que emplearon varias especies de coníferas en diversos espaciamientos, las edades fluctuaban entre los 8.6 a 22 años de establecimiento. Los resultados preliminares de sobrevivencia, crecimiento en diámetro, altura, así como con mayores valores de área basal y volumen mostraron que las especies que destacaron en estos índices fueron: Para el municipio de Uruapan: *Pinus douglasiana*, *P. pseudostrobus*, *P. greggii*, *P. michoacana*, *P. herrerae* y *P. patula*; y para el de Morelia: *Pinus pseudostrobus*, *P. michoacana*, *P. leiophylla* y *Cupressus lindleyi*, con espaciamientos de 1 x 1, 1.5 x 1.5, 2 x 2 y 3 x 3 m.

Antecedentes de la plantación.

La plantación fue establecida en julio de 1977 en terrenos de la comunidad de Capacuáro, Mich.

La planta de las especies ensayadas fué producida en el vivero del Campo Experimental Forestal Barranca de Cupatitzio, habiéndose recolectado la semilla de las siguientes localidades:

Especie	Procedencia
<i>Pinus pseudotrobus</i> Lindl.	San Lorenzo, Mich.
<i>Pinus douglasiana</i> Martz.	C. E. F. Barranca de Cupatitzio.
<i>Pinus montezumae</i> Lamb.	Paracho, Mich.
<i>Pinus leiophylla</i> Schl. et. Cham.	Paracho, Mich.

Las semillas de estas especies se colocaron en remojo durante 24 horas y posteriormente se sembraron en almácigos preparados dentro del invernadero ubicado en el Campo Experimental.

La germinación ocurrió a los 10-12 días y el transplante se realizó entre los 18-20 días de siembra en macetas de polietileno negro de 10 x 23 cm que contenían un sustrato de textura "Franco".

La edad de la planta, cuando salió del vivero a plantación, era de 16 meses contando con una altura promedio de 25 cm.

La preparación del terreno consistió en eliminar primeramente algunos árboles y arbustos presentes en el área; posteriormente, se dió un paso de arado y cruza del terreno con el mismo implemento, las cepas se hicieron de 30 x 30 x 30 cm y a continuación se realizó la plantación. Una vez efectuada ésta, no se practicó ninguna labor cultural o silvícola.

La medición con la que se elaboró el presente reporte se efectuó a los 5,8 años de establecida la plantación.

MATERIALES Y METODOS

Ubicación y localización geográfica.

La plantación se encuentra ubicada a un lado de la terracería que va a los Reyes, Mich. y a 300 m de la carretera Uruapan-Paracho, su situación geográfica corresponde a los 19°31'25" de latitud norte y 102°04'30" de longitud oeste; la

elevación es de 2,200 m.s.n.m., y la pendiente varía de 5-15% (DETENAL, 1977). (Figura 1).

Suelos

Para describir el suelo se realizó un perfil, a partir de las muestras se observó que era de origen volcánico, de color café oscuro (10 YR 3/3 en seco y 10 YR 2/2 en húmedo), con textura de arena migajosa (75% arena, 26% limo y 1% arcilla); el pH fué de 5.9 y la proporción de materia orgánica de 4.4% en el horizonte A (primeros 35 cm). (Figura 2).

Clima

De acuerdo con la clasificación de Köppen, modificado por García en 1964, el clima que prevalece es el C(w2) b (i), o sea, templado subhúmedo con lluvias en verano. Tomando en cuenta el promedio de 7 años (1977-1983), de los datos observados en la caseta meteorológica del C.E.F. Barranca de Cupatitzio (la más cercana a la plantación), la temperatura de enero, el mes más frío, es de 14.4° C, el mes más caliente junio, con 19.1° C, la temperatura media anual es de 16.9° C, en el mes de mayo y una mínima extrema de 2.3° C en enero; la precipitación media anual es de 1,562.5 mm. La época de lluvias abarca de mayo a septiembre (datos proporcionados en la sección Protección Forestal del CIFO). En la figura 3 se presenta con más detalle la información observada.

Vegetación

La vegetación natural en el área es bosque de pino donde se identificó la presencia de; *Pinus pseudostrobus*, *P. michoacana*, *P. douglasiana* y *P. leiophylla*; entre las hojosas se encontraron dos especies de encino (*Quercus rugosa* y *Q. crassipes*), el madroño (*Arbutus xalapensis*), la pácata (*Clethra mexicana*) y el aguacatillo (*Nectandra sp.*). Entre las especies menores más abundantes se encuentra la salvia (*Salvia mexicana*), el gordolobo (*Gnaphallium sp.*), el tabardillo (*Piqueria trinervia*), el huinare (*Sida sp.*), el árnica (*Heteroteca sp.*), el alfilerillo (*Lopelia racemosa*), la hediondilla (*Cestrum terminalis*), las cinco llagas (*Tagetes lunuloides*) y la cónguira (*Phytolacca octandra*). (Información de la Sección de Plantaciones del CIFO).

Figura 1.- Plano de ubicación de la plantación.

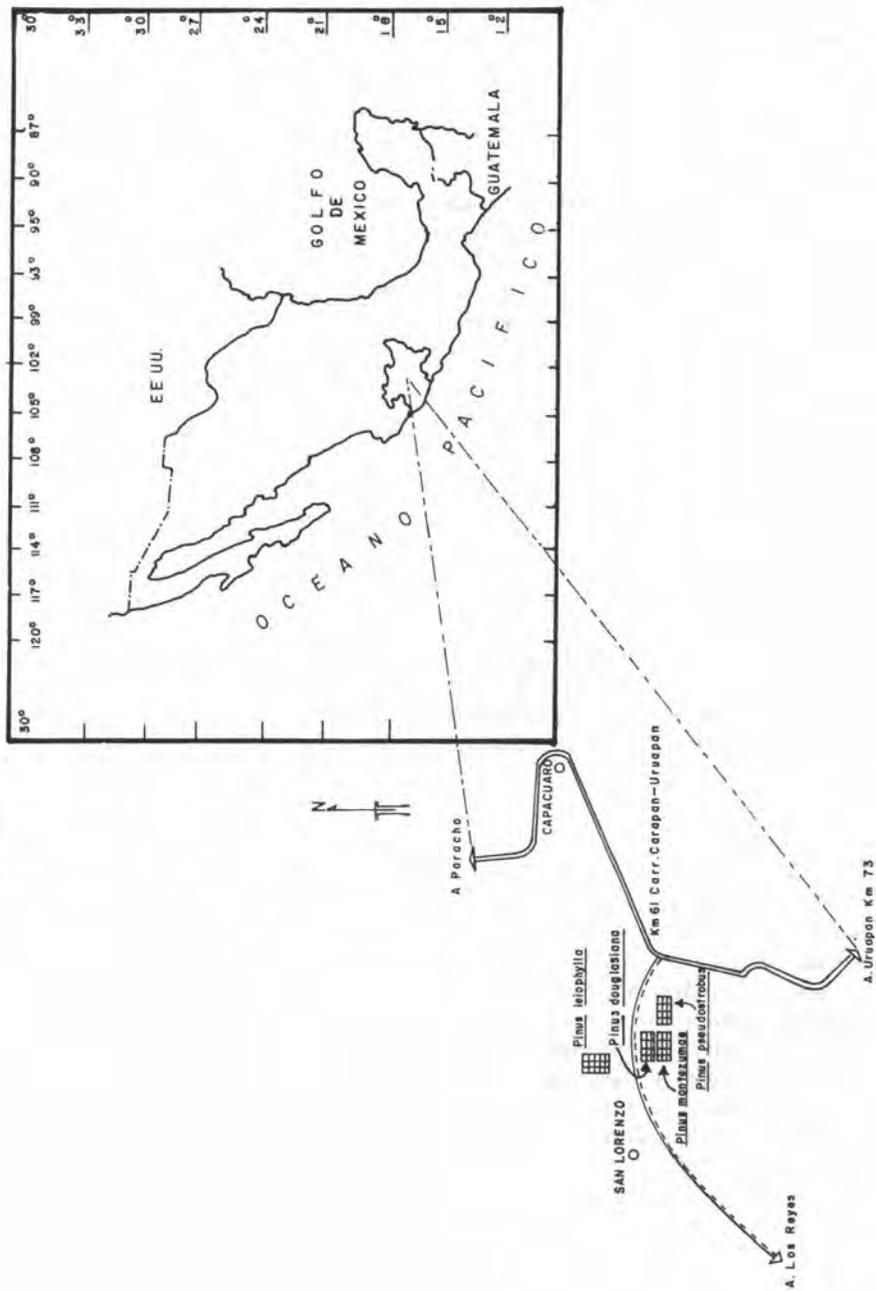


Figura 2.- Datos del perfil de suelos que se encuentra en la plantación.

Físicas

Profundidad (cm)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Denominación	C o l o r		Densidad aparente	Densidad relativa	Espacio Poroso
					Seco	Húmedo			
0 - 2	72	27	1	Arena migajosa	10YR3/3	10YR2/2	0.89	2.44	63.52
2 - 35	73	26	1	Arena migajosa	10YR3/3	10YR2/2	0.99	2.50	60.40
35 - 95	76	23	1	Arena migajosa	10YR5/3	10YR2/2	0.99	2.53	60.86
95 - 145	66	30	4	Migajón arenoso	10YR5/6	7.5YR3/4	0.77	2.34	67.09

Químicas

Profundidad (cm)	pH 1:2.5 H ₂ O	Materia Orgánica (%)	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	NO ₃ (ppm)	P (ppm)	Alofanos
0 - 2	5.70	8.30	2.06	0.9	0.34	0.26	4.50	3.5	XXX
2 - 35	5.90	4.40	2.06	0.3	0.20	0.16	2.50	0.2	XXX
35 - 95	6.00	1.33	2.40	0.6	0.15	0.08	2.25	0.5	XXX
95 - 145	6.15	1.03	6.52	1.5	0.54	0.22	2.75	0.5	XXX

Figura 3.- Resumen de datos climáticos de la estación meteorológica del C.E.F. Barranca de Cupatitzio en Uruapan (1 740 m.s.n.m) Mich., durante el período 1977-1983.

Variable	Mes	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Temperatura media °C		14.4	14.7	15.9	17.8	19.0	19.1	18.2	18.2	17.9	17.4	15.5	14.7
Temperatura máxima extrema °C		25.0	27.2	28.5	30.4	31.1	28.9	27.3	26.5	26.5	26.4	25.7	25.7
Temperatura mínima extrema °C		2.3	2.4	2.7	4.7	5.1	9.3	9.7	10.1	9.3	7.2	4.4	3.2
Temperatura media máxima °C		21.8	23.4	25.6	27.4	27.8	25.3	23.6	23.7	23.3	23.9	22.9	22.5
Temperatura media mínima °C		7.0	5.9	6.2	8.1	10.2	12.9	12.8	12.7	12.6	10.8	8.0	6.9
Precipitación total mm		59.4	7.0	7.2	14.1	102.7	211.4	346.8	336.6	331.8	93.5	42.5	9.5
Evaporación mm		79.4	90.4	142.3	159.4	267.4	109.6	132.6	101.3	91.1	99.5	76.1	68.9

Temperatura media anual 16.9°C

Precipitación total anual 1,562.5 mm

Fauna

Entre las especies faunísticas que se han observado en esta área y que afectan las plantaciones, están: el tlacuache (*Didelphys marsupialis*), el conejo (*Silvilagus floridanus*), el armadillo (*Dasypus novemcinctus*), el venado (*Odocoileus virginianus*), ardillas (de los géneros *Sciurus* y *Spermophyllus*) y tuzas (de los géneros *Zygoeomys* y *Pappogeomys*).*

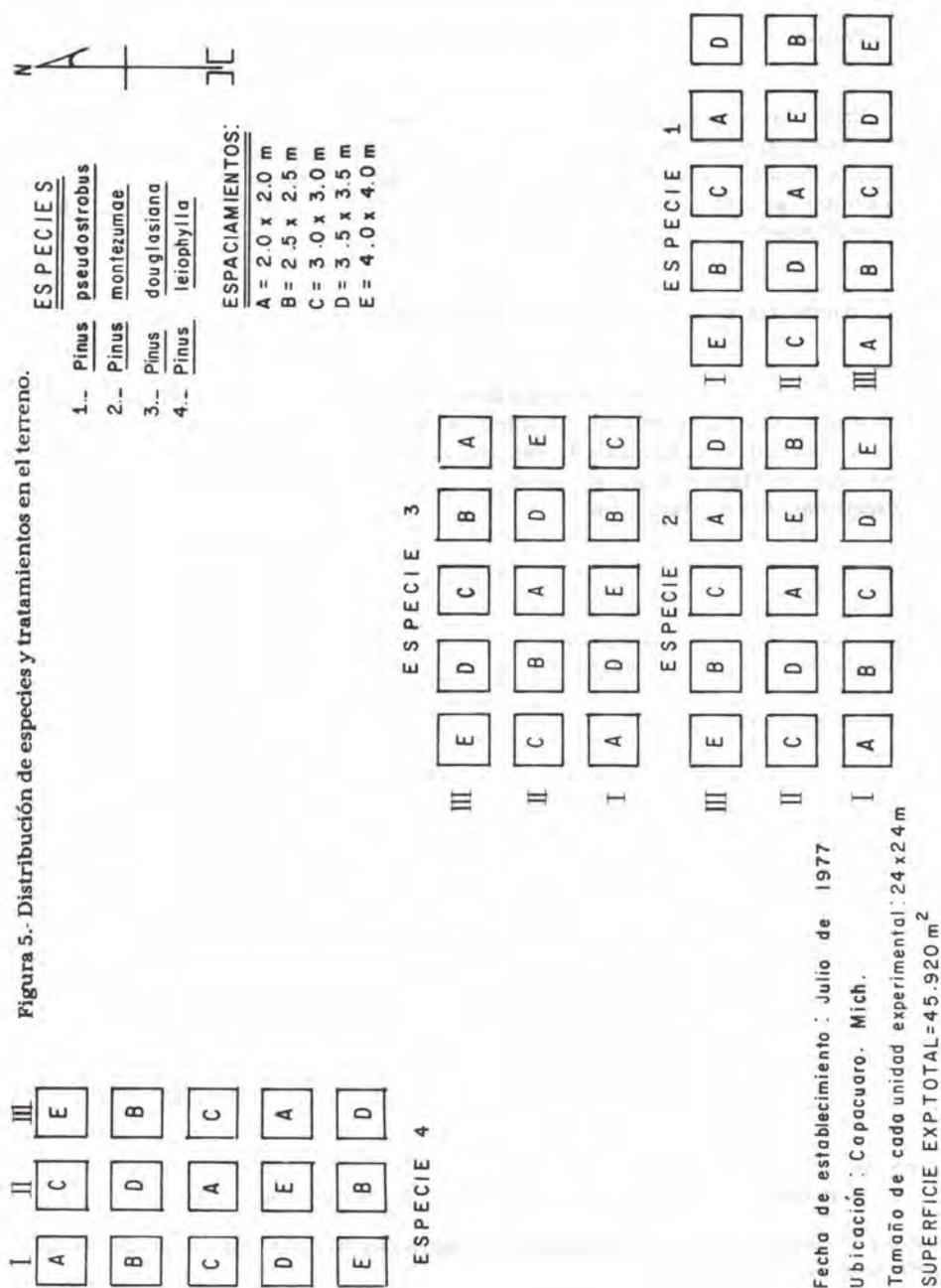
Diseño, tratamiento y unidad experimental.

El diseño experimental empleado fue el de Bloques al azar con 5 tratamientos (espaciamientos) y 3 repeticiones (bloques) para cada una de las 4 especies ensayadas. El tamaño de cada unidad experimental fué de 576 m² (24 x 24 m). En la figura 4 se presentan los espaciamientos ensayados y su correspondencia en árboles/ha.

Tratamiento	Espaciamiento	No. de plantas por unidad experimental	No. plantas por Ha.
A	2.0 x 2.0 m.	169	2 500
B	2.5 x 2.5 m.	100	1 600
C	3.0 x 3.0 m.	81	1 089
D	3.5 x 3.5 m.	49	784
E	4.0 x 4.0 m.	49	625

Figura 4.- Espaciamientos ensayados y su correspondencia en árboles/ha.

*Datos proporcionados por el biólogo. Miguel Angel Salas Páez, Investigador de la sección de Fauna Silvestre del C.I.F.O.



RESULTADOS

Comparación de especies en general.

Con el fin de aprovechar al máximo los resultados obtenidos, se consideró conveniente establecer una primera comparación entre las 4 especies este tipo de análisis permite ver las diferencias entre especies de la misma edad y dentro de la misma especie. Esta comparación se hizo tomando los valores medios de las parcelas de las 4 especies y los 5 espaciamientos en que fueron establecidas.

Sobrevivencia

La disminución del número de plantas se debió en su mayor parte al daño causado por las tuzas, observado desde el establecimiento de la plantación; además, se evaluaron plagas, enfermedades y efectos del medio. (Fig. 6), encontrando que el índice de sobrevivencia es menor en *Pinus pseudostrobus* siendo de 54 por 100 en el espaciamiento de 4 x 4 m y 43 por 100 en el espaciamiento de 2.5 x 2.5 m.

Sin embargo, aún cuando en el espaciamiento más amplio se perdió menor número de árboles, el daño se considera mayor, ya que de la población original de 784 árboles/ha, solamente sobrevivieron 407 árboles; en cambio, en el espaciamiento de 2.5 x 2.5 m de los 1 600 originales quedaron 793 árboles/ha, cantidad que permite manejar la masa con opción a obtener mejores productos de ella. Con este número de árboles y con base en experiencias de manejo de esta especie, se obtendría una determinada densidad, como lo menciona Mas *et al.* en (1983) "... plantando a 2.5 x 2.5 m para tener inicialmente 1 600 plantas/ha y reducirlas gradualmente con aclareos hasta dejar un 40% del número inicial, durante los primeros 15 años de vida de la masa, con el fin de hacer después el aprovechamiento principal para material celulósico al final del turno de 20 años".

En relación con la mortandad causada por la influencia humana, el mayor daño cuantificado fué para la especie *Pinus leiophylla* en el espaciamiento de 4.0 x 4.0 m con 97 árboles/ha lo que significa un 15.5% de su población inicial.

Figura 6.- Porcentaje y correspondencia en número de árboles/ha muertos por daños de tuzas, plagas, enfermedades y efectos del medio.

Espaciamiento (m)	<i>Pinus douglasiana</i>		<i>Pinus pseudostrobus</i>		<i>Pinus montezumae</i>		<i>Pinus leiophylla</i>	
	(No. árb/ha)	(%)	(No. árb/ha)	(%)	(No. árb/ha)	(%)	(No. árb/ha)	(%)
2.0 x 2.0	(419)	16.4	(897)	35.4	(385)	15.4	(630)	25.4
2.5 x 2.5	(379)	23.4	(907)	57.0	(512)	32.0	(422)	26.4
3.0 x 3.0	(159)	15.6	(504)	46.1	(116)	10.8	(200)	18.7
3.5 x 3.5	(107)	13.7	(448)	57.2	(400)	51.0	(166)	21.3
4.0 x 4.0	(156)	24.7	(287)	46.0	(215)	34.5	(113)	18.0

Porcentaje y correspondencia en número de árboles/ha. muertos debido a la influencia humana

Espaciamiento (m)	<i>Pinus douglasiana</i>		<i>Pinus pseudostrobus</i>		<i>Pinus montezumae</i>		<i>Pinus leiophylla</i>	
	(No. árb/ha)	(%)	(No. árb/ha)	(%)	(No. árb/ha)	(%)	(No. árb/ha)	(%)
2.0 x 2.0	(15)	0.6	(15)	0.6	(64)	2.6	(64)	2.6
2.5 x 2.5	(42)	2.6	(64)	4.0	(0)	0.0	(42)	2.6
3.0 x 3.0	(81)	7.4	(54)	4.9	(89)	8.2	(58)	5.3
3.5 x 3.5	(58)	7.3	(53)	6.8	(0)	0.0	(21)	2.7
4.0 x 4.0	(33)	5.3	(25)	4.0	(97)	15.5	(0)	0.0

Sobrevivencia y número de árboles/ha. a 5.8 años de establecida la plantación

Espaciamiento (m)	<i>Pinus douglasiana</i>		<i>Pinus pseudostrobus</i>		<i>Pinus montezumae</i>		<i>Pinus leiophylla</i>	
	(No. árb/ha)	(%)	(No. árb/ha)	(%)	(No. árb/ha)	(%)	(No. árb/ha)	(%)
2.0 x 2.0	(2066)	83	(1588)	64	(2061)	82	(1806)	72
2.5 x 2.5	(1179)	74	(629)	39	(1088)	68	(1136)	71
3.0 x 3.0	(849)	77	(531)	49	(884)	81	(831)	76
3.5 x 3.5	(619)	79	(283)	50	(384)	49	(597)	76
4.0 x 4.0	(436)	70	(313)	57	(313)	50	(512)	82

Alturas

En la figura 7 podemos observar que el mayor incremento medio anual en altura lo alcanzó *Pinus pseudostrubus* en el espaciamiento de 2.5 x 2.5 m con valor de 1.01 m; la misma especie en espaciamiento de 2.5 x 2.5 m logró 0.91 m valor igual al obtenido por *Pinus douglasiana* en espaciamiento de 2 x 2 m.

El *Pinus pseudostrubus* en espaciamientos de 3.5 x 3.5 y 4.0 x 4.0 m solo alcanzó el 73% del valor de incremento en alturas que logró en el espaciamiento de 2 x 2 m.

Diámetros

En la figura 8 podemos observar que el *Pinus montezumae* en espaciamientos de 2.5 x 2.5, 3 x 3 y 4 x 4 m, así como el *P. douglasiana* en espaciamientos de 2 x 2 y 3 x 3 m, y el *P. pseudostrubus* a 2 x 2 m, lograron un incremento medio anual en diámetro, de 1.2 a 1.6 cm, de IMAD; la diferencia entre el máximo y el mínimo valor observado fué de 4 mm.

Observaciones por especie

Pinus douglasiana

En general la sobrevivencia varió de 70 a 83%, como puede verse en la figura 9. Al no ser reducido muy fuertemente el número de árboles, se obtuvieron valores de área basal regulares, dependiendo del número de árboles por hectárea; en el espaciamiento de 2 x 2 m, sobrevivieron 2, 067 árboles/ha, que produjeron 14.71 m² de área basal, un volumen de 39.095 m³/ha y un incremento medio anual en volumen de 6.740 m³/ha, aún cuando del volumen total no es posible obtener productos comerciales, es importante conocer estos valores para ir cuantificando la producción por especie/espaciamiento y conociendo su tasa de productividad.

Al efectuar el análisis estadístico de los valores medios en altura y diámetro no se encontraron diferencias significativas.

E s p e c i e	Espaciam. (m)	Sobreviv. (%)	Altura media (m)	IMAA (m)	Relación (%)
<u>Pinus pseudostrobus</u>	2.0 x 2.0	63	5.84	1.01	100
<u>Pinus pseudostrobus</u>	2.5 x 2.5	39	5.29	0.91	90
<u>Pinus douglasiana</u>	2.0 x 2.0	83	5.29	0.91	90
<u>Pinus pseudostrobus</u>	3.0 x 3.0	49	5.09	0.88	87
<u>Pinus pseudostrobus</u>	3.5 x 3.5	50	4.70	0.81	80
<u>Pinus douglasiana</u>	3.5 x 3.5	79	4.64	0.80	79
<u>Pinus douglasiana</u>	3.0 x 3.0	78	4.54	0.78	77
<u>Pinus douglasiana</u>	2.5 x 2.5	74	4.52	0.78	77
<u>Pinus pseudostrobus</u>	4.0 x 4.0	57	4.52	0.78	77
<u>Pinus montezumae</u>	2.0 x 2.0	82	4.30	0.74	73
<u>Pinus leiophylla</u>	2.0 x 2.0	72	4.26	0.73	72
<u>Pinus montezumae</u>	2.5 x 2.5	92	4.25	0.73	72
<u>Pinus douglasiana</u>	4.0 x 4.0	70	4.13	0.71	70
<u>Pinus montezumae</u>	3.0 x 3.0	81	3.91	0.67	66
<u>Pinus leiophylla</u>	2.5 x 2.5	71	3.91	0.67	66
<u>Pinus leiophylla</u>	3.0 x 3.0	76	3.83	0.66	65
<u>Pinus leiophylla</u>	4.0 x 4.0	82	3.70	0.64	63
<u>Pinus montezumae</u>	4.0 x 4.0	53	3.62	0.62	62
<u>Pinus montezumae</u>	3.5 x 3.5	67	3.46	0.60	59
<u>Pinus leiophylla</u>	3.5 x 3.5	76	3.43	0.59	58

Figura 7.- Resumen de alturas medias obtenidas de las plantaciones con cuatro especies de pino.

Especie	Espaciam. (m)	Sobreviv. (%)	Diámetro medio (cm)	IMAD (cm)	Relación (%)
<u>Pinus montezumae</u>	2.5 x 2.5	92	9.6	1.6	100
<u>P. montezumae</u>	4.0 x 4.0	53	9.5	1.6	100
<u>P. douglasiana</u>	2.0 x 2.0	83	9.5	1.6	100
<u>P. douglasiana</u>	3.0 x 3.0	78	9.3	1.6	100
<u>P. pseudostrobus</u>	2.0 x 2.0	63	9.3	1.6	100
<u>P. montezumae</u>	3.0 x 3.0	81	9.2	1.6	100
<u>P. montezumae</u>	2.0 x 2.0	82	9.1	1.5	94
<u>P. douglasiana</u>	4.0 x 4.0	70	8.9	1.5	94
<u>P. leiophylla</u>	2.0 x 2.0	72	8.9	1.5	94
<u>P. leiophylla</u>	3.0 x 3.0	76	8.7	1.5	94
<u>P. douglasiana</u>	3.5 x 3.5	79	8.7	1.5	94
<u>P. pseudostrobus</u>	2.5 x 2.5	39	8.7	1.5	94
<u>P. pseudostrobus</u>	3.0 x 3.0	49	8.6	1.5	94
<u>P. leiophylla</u>	4.0 x 4.0	82	8.6	1.5	94
<u>P. douglasiana</u>	2.5 x 2.5	74	8.1	1.4	87
<u>P. montezumae</u>	3.5 x 3.5	67	8.1	1.4	87
<u>P. leiophylla</u>	2.5 x 2.5	71	8.0	1.4	87
<u>P. pseudostrobus</u>	4.0 x 4.0	57	7.5	1.3	81
<u>P. pseudostrobus</u>	3.5 x 3.5	50	7.3	1.2	74
<u>P. leiophylla</u>	3.5 x 3.5	76	6.9	1.2	74

Figura 8.- Resumen de diámetros medios obtenidos de las plantaciones con cuatro especies de pino.

Pinus leiophylla.

En el espaciamiento 2 x 2 m, quedaron 1 606 árboles/ha, que produjeron 11.34 m²/ha de área basal, un volumen de 24.201 m³/ha y un incremento medio anual en volumen de 4.172 m³/ha.

Al realizar el análisis de las alturas medias, se observó que los espaciamientos de 2 x 2 (4.26 m), 2.5 x 2.5 (3.91 m), 3 x 3 (3.83 m), 4 x 4 (3.70 m), y 3.4 x 3.5 (3.43 m), resultaron no ser significativamente diferentes entre sí. (Fig. 12).

En relación con el análisis estadístico de los valores de los diámetros medios, tampoco se reportaron diferencias significativas.

Relación entre indicadores del crecimiento en las 4 especies de pino a 5.8 años de plantación.

Con el propósito de conocer la relación entre el espaciamiento inicial, número de árboles y el área basal con los valores de incremento, se realizó un análisis de correlación y regresión por medio de la microcomputadora Apple-II Plus que se encuentra en el Centro de Investigaciones Forestales de Occidente. Para ésto se utilizó un programa de cálculo elaborado por el ingeniero Gerardo A. Gallardo Osegura y modificado por el técnico Idelfonso Mora Guerrero, que permite seleccionar de seis modelos diferentes, entre los que se encuentran varios lineales, algunos logarítmicos y la combinación de ambos, el modelo de ajuste de datos más adecuados.

Relación entre el espaciamiento y el área basal por hectárea.

La correlación más alta se encontró para la especie *Pinus montezumae* con valor de R=0.94 (R²=0.89); para las especies *P. pseudostrobus* y *P. douglasiana* el valor de R fue de 0.92 (R²=0.85) y para el *P. leiophylla* de 0.87 (R²=0.76) (Fig. 13).

Figura. 11. Resumen de resultados promedio del *Pinus montezumae* a los 5.8 años de plantación.

Espaciamiento (m) Inicial Actual	No. árbos/ha Inicial Actual	Sobrevivencia (%)	Altura media (m)	Diámetro medio (cm)	Area basal (m ² /ha)	Volumen (m ³ /ha)	IMAV (m ³)
2.0 x 2.0	2500	82	4.30	9.1	13.37	28.992	4.999
2.5 x 2.5	1600	92	4.26	9.5	10.16	21.656	3.734
3.0 x 3.0	1089	81	3.91	9.2	6.16	12.293	2.119
3.5 x 3.5	784	67	3.46	8.1	2.83	5.070	0.874
4.0 x 4.0	625	56	3.62	9.5	3.17	5.775	0.996

Figura. 12. Resumen de resultados promedio del *Pinus leiophylla* a los 5.8 años de plantación.

Espaciamiento (m) Inicial Actual	No. árbos/ha Inicial Actual	Sobrevivencia (%)	Altura media (m)	Diámetro medio (cm)	Area basal (m ² /ha)	Volumen (m ³ /ha)	IMAV (m ³)
2.0 x 2.0	2500	72	4.26	8.9	11.34	24.201	4.172
2.5 x 2.5	1600	71	3.91	8.0	5.87	11.724	2.021
3.0 x 3.0	1089	76	3.83	8.7	5.18	10.082	1.738
3.5 x 3.5	784	76	3.43	6.9	2.45	4.449	0.767
4.0 x 4.0	625	82	3.70	8.6	3.34	6.662	1.149

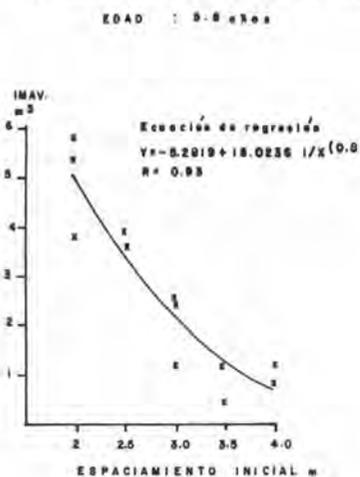
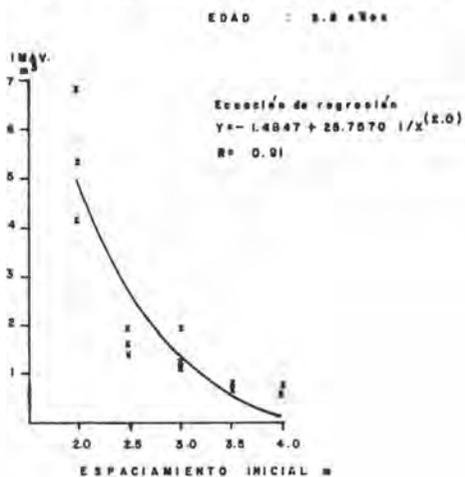
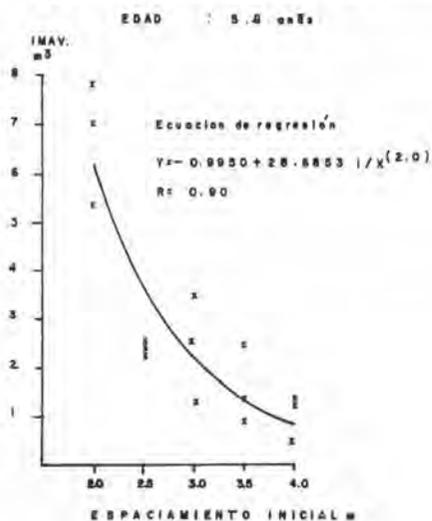
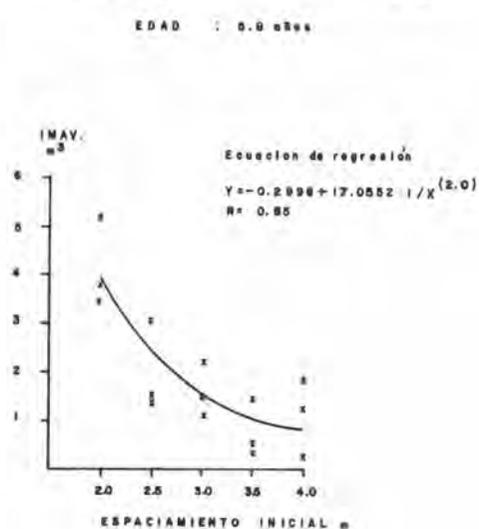
Figura 17.- ESPECIE: *Pinus montezumae*Figura 18.- ESPECIE: *Pinus pseudostrobus*Figura 19.- ESPECIE: *Pinus douglasiana*Figura 20.- ESPECIE: *Pinus leiophylla*

Figura 21.- ESPECIE: *Pinus montezumae*

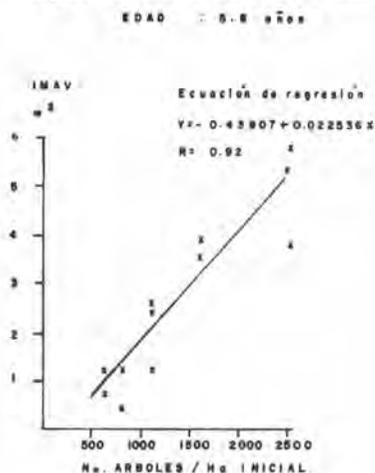


Figura 22.- ESPECIE: *Pinus pseudostrobus*

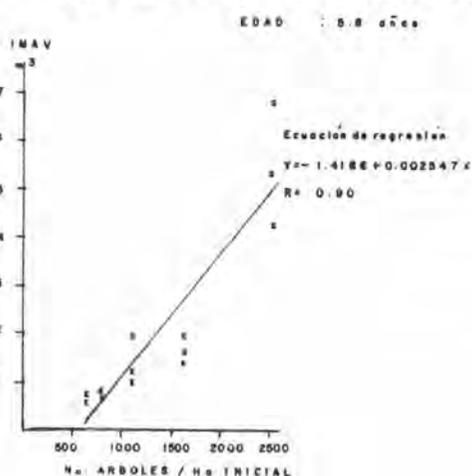


Figura 23.- ESPECIE: *Pinus douglasiana*

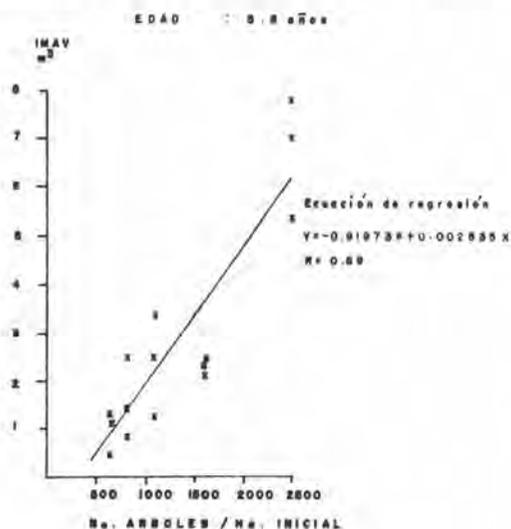


Figura 24.- ESPECIE: *Pinus leiophylla*

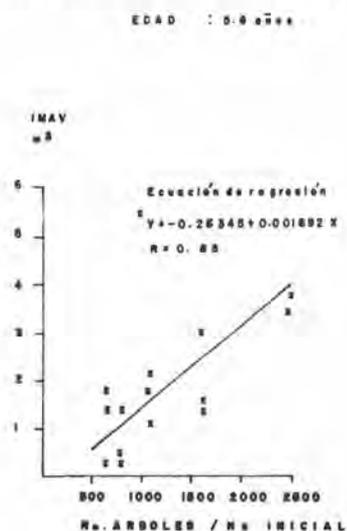


Figura 33.- Efecto del espaciamiento en una plantación de cuatro especies de pino.

Relación entre el espaciamiento inicial (variable X) y el área basal por hectárea (variable Y)

Edad 5,8 años

Modelo $Y = a+b \frac{1}{X^k}$

ESPECIE ESTADISTICOS	<u>Pinus</u> <u>montezumae</u>	<u>Pinus</u> <u>pseudostrobus</u>	<u>Pinus</u> <u>douglasiana</u>	<u>Pinus</u> <u>leiophylla</u>
Número de observaciones	12	13	15	15
Media de (X)	0.401883	0.142431	0.133049	0.133049
Media de (Y)	7.5775	4.59923	6.68133	5.63933
Varianza de (X)	0.00888	0.004896	0.0048227	0.004822
Varianza de (Y)	20.1472	13.4904	20.7356	12.9206
Desviación standard (X)	0.0942447	0.0699719	0.0694457	0.0694457
Desviación standard (Y)	4.48856	3.67293	4.55363	3.59453
Coefficiente de regresión (X,Y)	44.9927	48.5715	60.2421	44.8888
Correlación (X,Y)	0.94	0.92	0.92	0.87
Coefficiente de determinación (X,Y)	0.89	0.85	0.85	0.76
Ecuación de regresión	$Y = -10.5043 +$ 44.9927 $\frac{1}{X^{(0.9)}}$	$Y = -2.31885 +$ 48.5715 $\frac{1}{X^{(2.0)}}$	$Y = -1.3338 +$ 60.2421 $\frac{1}{X^{(2.0)}}$	$Y = -0.333068 +$ 48.8888 $\frac{1}{X^{(2.0)}}$

NOTA: El número de observaciones se refiere al número de unidades experimentales o "parcelas"

Figura 34.- Efecto del espaciamiento en una plantación de cuatro especies de pino.

Relación entre el espaciamiento inicial (variable X) y el volumen por hectárea (variable Y)

Edad 5.8 años

Modelo $Y = a + b \frac{1}{X^k}$

ESPECIE ESTADISTICOS	<u>Pinus montezumae</u>	<u>Pinus pseudostrobus</u>	<u>Pinus douglasiana</u>	<u>Pinus leiophylla</u>
Número de observaciones	12	13	15	15
Media de (X)	0.40188	0.142431	0.161023	0.161023
Media de (Y)	15.738	12.6676	16.3387	11.4237
Varianza de (X)	0.008882	0.004896	0.0057255	0.0057255
Varianza de (Y)	108.791	132.184	164.038	64.6888
Desviación standard (X)	0.094244	0.069972	0.0756675	0.07566
Desviación standard (Y)	10.4303	11.4971	12.8077	8.04293
Coefficiente de regresión (X,Y)	102.549	149.4	151.377	90.4656
Correlación (X,Y)	0.93	0.91	0.89	0.85
Coefficiente de determinación (X,Y)	0.86	0.83	0.79	0.72
Ecuación de regresión	$Y = -25.4747 +$ 102.549 $\frac{1}{X^{(0.9)}}$	$Y = -8.61153$ 149.4 $\frac{1}{X^{(2.0)}}$	$Y = -8.03649 +$ 151.3770 $\frac{1}{X^{(1.8)}}$	$Y = -3.1433$ 90.4656 $\frac{1}{X^{(1.9)}}$

- NOTA: El número de observaciones se refiere al número de unidades experimentales o "parcelas"

Figura 37.- Efecto del espaciamiento en una plantación de cuatro especies de pino.

Relación entre el área basal por hectárea (variable X) y el incremento medio anual en volumen (Variable Y)

Edad: 5,8 años

Modelo $Y = a + bx$

ESPECIE ESTADÍSTICOS	<u>Pinus</u> <u>montezumae</u>	<u>Pinus</u> <u>pseudostrobus</u>	<u>Pinus</u> <u>douglasiana</u>	<u>Pinus</u> <u>leiophylla</u>
Número de observaciones	12	13	15	15
Media de (X)	7.5775	4.59923	6.68133	5.63933
Media de (Y)	2.71317	2.18385	2.82147	1.9694
Varianza de (X)	20.1472	13.4904	20.7356	12.9206
Varianza de (Y)	3.2314	3.92889	4.92531	1.92285
Desviación standard (X)	4.48856	3.67293	4.55363	3.59453
Desviación standard (Y)	1.79837	1.98214	2.2193	1.38667
Coefficiente de regresión	0.39917	0.53830	0.48555	0.38527
Correlación (X Y)	0.99	0.99	0.99	0.99
Coefficiente de determinación (X,Y)	0.98	0.98	0.98	0.98
Ecuación de regresión	$Y = -0.31159 +$ $0.39917 X$	$Y = -0.29192 +$ $0.53830 X$	$Y = -0.4227 +$ $0.48555 X$	$Y = -0.20328 +$ $0.38527 X$

Sobre el índice de sobrevivencia obtenido.

En general la sobrevivencia fue aceptable, con lo que se obtuvo una muestra que da consistencia a las observaciones de diámetro y altura obtenidas. El índice promedio para todo el ensayo fue de 70%. Los indicadores de sobrevivencia para cada especie pueden ser usados para definir las densidades de plantación a emplear en la zona.

Sobre el efecto del espaciamiento.

A los 5.8 años de plantación las especies *Pinus pseudostrabus* y *P. douglasiana* mostraron en todos los espaciamientos ensayados un mayor índice de crecimiento en altura sobre las especies *P. montezumae* y *P. leiophylla*; las diferencias extremas fueron de 27% al comparar el crecimiento a un mismo espaciamiento.

Para las especies *P. pseudostrabus* y *P. montezumae*. Los análisis estadísticos de las alturas medias mostraron que los valores obtenidos en el espaciamiento 2 x 2 m, resultaron ser significativamente superiores hasta 23 y 16% respectivamente, a las observadas en los espaciamientos de 3.5 x 3.5 y 4. x 4 m, no ocurriendo así con *Pinus douglasiana* y con *P. leiophylla* donde las diferencias resultaron mínimas entre los 5 espaciamientos ensayados.

En relación a los diámetros no se observaron diferencias significativas entre espaciamientos ni entre especies.

Sobre la densidad de plantación.

En general cuando la comparación se realiza intraespecie, las diferencias en densidad de masa empiezan a ser de consideración sobre los parámetros de área basal y volumen. La diferencia en volumen entre la mayor y menor densidad ensayada (2500 y 625 árboles/ha) fueron: para *P. douglasiana* 33.169 m³/ha, para *P. pseudostrabus* 27.630 m³/ha, en *P. montezumae* fue de 23.217 m³/ha, para *P. leiophylla* de 17.539 m³/ha.

Sobre la factibilidad de establecer plantaciones comerciales.

Debido a la edad del material experimental, aun no es posible concluir sobre la factibilidad del establecimiento de plantaciones comerciales extensivas en las condiciones del ensayo, por lo que es necesario seguir de cerca el desarrollo de esta plantación experimental y con base en la información obtenida en futuras remediciones, efectuar los análisis correspondientes para tener información que nos provea de elementos para programar y manejar adecuadamente las plantaciones con las especies ensayadas.

Sobre las relaciones entre indicadores del crecimiento.

Los resultados obtenidos de las 4 especies demuestran que a esta edad existen amplias relaciones entre el espaciamiento inicial y el área basal por hectárea (rangos de R entre 0.94 a 0.87); entre el espaciamiento inicial y el volumen por hectárea (R=0.93 a 0.85) entre el espaciamiento inicial y el incremento medio anual en volumen (R=0.93 a 0.85); entre el número de árboles por hectárea y el incremento medio anual en volumen (R=0.92 a 0.85) y entre el área basal por hectárea y el incremento medio anual en volumen (R=0.99).

En todos los casos se observó un alto coeficiente de correlación que nos indica un buen grado de asociación entre las variables estudiadas.

BIBLIOGRAFIA

- Balmer, W.E., Owens, E.G. and Jorgensen, J.R. 1975. Effects of various spacings on Loblolly pine growth 15 years after planting. USDA. For. Ser. Res. Note SE-211. USA. p. 7.
- Caballero D., M. y Prado, O.A. 1969. Observaciones preliminares en una plantación experimental de *Pinus patula* y *P. leiophylla*. SAG, SFF. INF. Bol. Téc. No. 28 México. 20 p.
- Cámara Nacional de Industrias Derivadas de la Silvicultura (CNIDS). 1985. Memoria Económica de 1984. México. p.11.
- Combe J. y Gewald No. 1979. Guía de campo de los ensayos forestales del CATIE en Turrialba. IICA Turrialba, C. Rica. p. 118-121.

-
- DETENAL. 1977 Carta topográfica. Secretaría de Programación y Presupuesto. México. Carta E13B29.
- Diosdado R.,E. 1978. Evaluación de una plantación de *P. patula* del estado de México. Memoria de la Reunión Nacional de Plantaciones Forestales. SARH. SFF. INIF. Pub. Esp. No. 14 México. p. 338-350.
- Hawley, R.C. y Smith, D.M. 1972 Silvicultura práctica. Ed. Omega, S.A. Barcelona p. 265-268.
- Low, A.J. 1974. Initial spacing in relation to establishment and early growth of conifers plantations. For Com. Res. and Dev. Paper No. 110. Great Britain. 14 p.
- Mas P.,J., García M.,J. y Prado O.,A. 1983. Ensayos de plantaciones forestales en el Campo Experimental Forestal "Barranca de Cupatitzio" SARH, SFF, INIF. México. 63 p. (en impresión).
- Mas P.,J., Naranjo Ch, G., Muñoz F., H. J., y Alonso T., J. C. 1985. Evaluación de Plantaciones Forestales para la Proyección del Manejo Silvícola, III Reunión sobre Plantaciones Forestales. Pub. Esp. No. 48 I.N.I.F., S.A.R.H., México, D.F. 823-842.
- Mathus M.,A. 1979. Ensayo de espaciamientos con *Pinus caribaea* var. *hondurensis* de Guatemala. Memoria de la Reunión sobre la Investigación Forestal en las Unidades Forestales y Organismos Descentralizados. INIF, SFF, SARH. México. p. 102-106.
- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 1977. Anuario de la Producción Forestal en México año 1976. S.F.F. México. 342 p.

**ENSAYO DE TRES INTENSIDADES DE PODA EN UNA PLANTACION
DE *Pinus pseudostrobus* Lind y *P. michoacana* Mtz.**

Jesús GARCIA MAGAÑA *
Roberto TOLEDO BUSTOS **

R E S U M E N

El presente trabajo se realizó en plantaciones del Campo Experimental Forestal Barranca de Cupatitzio, localizado al noroeste de Uruapan, Michoacán, cuando éstas tenían 9 años de edad con espaciamiento de 2 x 2 m, probándose en intensidades de poda, de 50, 33 y 25% respecto a la altura total del árbol, con la finalidad de evaluar el efecto sobre el crecimiento en altura y diámetro en *Pinus michoacana* Mtz. y *P. pseudostrobus* Lindl.

La evaluación se hizo 10 años después de aplicadas las podas, analizándose las variables incremento periódico en altura y en diámetro para cada una de las especies, por medio de un análisis de varianza en un diseño completo al azar donde la unidad experimental fue el árbol.

Los resultados mostraron en general que no hubo evidencia significativa de que la poda de ramas en las intensidades ensayadas deprimieran el crecimiento del árbol, debido probablemente al efecto de la densidad a que las plantaciones no fueron aclareadas, que a la edad en que se hicieron las podas existía una fuerte competencia por el espacio lateral, por la dominancia de los árboles adyacentes y que las ramas bajas al recibir poca o nada de la luz tenían una actividad fotosintética mermada o nula, por lo que la poda funcionó como una aclareo ligero que benefició el crecimiento del arbolado, encontrándose en *Pinus pseudostrobus* Lindl. que el 50% de poda reportó un mayor incremento en

* Ing. Agrónomo Forestal. Investigador del Campo Experimental Uruapan, CIFAP-Michoacán, INIFAP.

** Ing. Agrónomo Forestal. Investigador del Proyecto Establecimiento y Manejo de Plantaciones Forestales. Campo Experimental Uruapan. CIFAP-Michoacán, INIFAP.

altura y diámetro que el testigo y en *P. michoacana* Mtz. el tratamiento 33% mostró la mayor altura y el 50% el mejor incremento en diámetro.

INTRODUCCION.

Entre los problemas que afectan al país se encuentra la deficitaria producción forestal, por que el consumo anual de los productos anumenta en una proporción mayor a lo que se produce. En 1985, en la balanza comercial con un saldo negativo de 89 mil millones de pesos de los cuales el 88.6% está representando por productos celulósicos, 9.2% aserrados y 1.1% madera para elaboración de triplay (CNIDS, 1986).

Se ha dicho que las plantaciones forestales son una alternativa para asegurar en el futuro el suministro de productos forestales a la industria y a la comunidad (Bonilla y Avila, 1980), aunque esto no resuelve el problema en su totalidad ya que es necesario que la industria trabaje a su capacidad instalada y el establecimiento de plantaciones se haga cerca de los centros de preprocesamiento para abaratar costos de abastecimiento (Enríquez y Equihua, 1980).

Ante la problemática descrita, es necesario realizar investigación en diversas áreas de la Dasonomía, siendo una de ellas el establecimiento y manejo de plantaciones forestales para experimentar con tratamientos diversos y conocer el efecto de los mismos en diferentes condiciones de desarrollo; entre los tratamientos importantes se encuentran las podas, que es una labor de cultivo que realizada a edad temprana mejora la calidad de los productos para triplay y aserrados.*

En la industria de la madera aserrada, chapa y triplay es necesaria la trocería de alta calidad, que permita obtener madera libre de nudos, sin conicidad, con hilo recto y anillos anuales de crecimiento uniforme. Esta trocería normalmente se ha obtenido de bosques naturales donde existe una buena poda natural lo que ha implicado adoptar turnos largos (Avila, 1978).

En México, el empleo de los sistemas de poda en especies forestales es incipiente y no ha tenido las bases técnicas para elevar la calidad de la trocería sin frenar significativamente el incremento en volumen, ya que la cosecha de los bosques se ha concentrado a la simple recolección, sin aplicar cultivo alguno. (Avila, *op. cit.*).

Por lo ya expuesto, el objetivo del presente estudio es evaluar el efecto causado por las tres intensidades de poda (50, 33 y 25% con respecto a la altura total del árbol), sobre el crecimiento en diámetro y altura de *Pinus michoacana* Mtz. y *P. pseudostrobus* Lindl. en una plantación del Campo Experimental Forestal Barranca de Cupatitzio (CEFBC) de Uruapan, Michoacán y estimar el costo de labor cultural.

EDAD DE LOS ARBOLES A PODAR

La poda debe iniciarse, cuando las ramas a cortar son todavía pequeñas y pueden extraerse a bajo costo y la parte del tronco con nudos pueden ser reducida, inclusive en turnos cortos. Por otra parte, es una imprudencia podar los árboles cuando son demasiado pequeños y jóvenes porque aun no han comenzado a caerse las primeras ramas y no pueden diferenciarse las clases de copa, por lo que la elección de los árboles deberá retrasarse hasta cuando falte para el primer aclareo (Hawley y Smith, 1972).

Otros autores indican que la edad más apropiada para realizar la poda en las coníferas es cuando el árbol ha alcanzado como mínimo el doble de altura de la primera troza comercial de 3.8-5.0 (12-16 pies) o sea cuando el arbolado tiene altura de 8-10 m, con la finalidad de evitar bifurcaciones antes que el árbol alcance esa altura. Una consideración muy importante es que la edad del árbol a podar debe estar acorde con la finalidad de la aplicación de las podas. Si desea obtener tablas, se deberá aplicar antes de que el árbol empiece a tener ramas muertas (Mas, 1985).

EPOCA DE PODAS

La mejor época para la realización de las podas es a fines de invierno porque la herida cierra rápidamente, la actividad cambial es mínima y la corteza no se desprende con facilidad originando que el callo se forme con rapidez en la siguiente estación de crecimiento y una reducción del período de exposición al ataque de hongos e insectos (Leluop, 1957; Cozzo, 1976; Hawley y Smith, *op. cit.*).

La poda verde debe evitarse durante la estación de crecimiento; si únicamente se requiere la poda de ramas secas, no existe razón para no realizarla durante cualquier época del año (Hawley y Smith, *ibid* y Köstler, 1956).

ARBOLES A PODAR

Varios autores indican que los árboles a podar para mejorar la calidad de la madera deberán ser componentes de la corta final, dominantes, vigorosos, no torcidos ni bifurcados, sin tumores, sin plagas, con los mejores incrementos radiales y diámetros no mayor de 16 cm. (Hawlwy y Smith, *ibid*, Köstler, *op. cit.* Henman, 1963, y Sirem, 1977).

DIMENSIONES DE LOS ARBOLES A PODAR

Cuando los árboles han alcanzado 6 m de altura y 10 cm de diámetro normal, se debe practicar la primera poda hasta 2.10 o 2.40 m de altura desde el suelo; la segunda, cuando el árbol mide 9 m de altura limpiando el fuste hasta 4.50 m; la tercera, cuando la altura es de 16 m dejando entonces de 4.50 a 6.50 m libres de ramas y sólo en algunas especies practicar una cuarta poda (Vidal, 1962).

Con base en el diámetro y suponiendo que el objetivo es podar cuando este sea de 10 cm, se recomienda podar la mitad de la altura del árbol tomando en cuenta que la parte alta de la sección podada no tendrá en ese momento los 10 cm. de diámetro y tan pronto como esa parte del tronco alcance los 10 cm efectuar la segunda poda y así sucesivamente de tal manera, que las secciones del árbol tomen forma de conos truncados uno sobre otro (Dyson, 1965).

En Misiones, Argentina, se propuso para *Pinus ellioti*, que cuando la altura promedio de la plantación sea de 5 a 6 m, podar hasta 2.5 m; a los 9 m de altura cortar las ramas hasta 4.0 o 5.5 m y con 13 m de altura, podar hasta 9 m (Larguía *in* Cozzo, *op. cit.*)

Respecto a otras especies de rápido crecimiento que a los 4 ó 5 años miden de 5 a 7 m de altura total y que su densidad (2 000 arb/ha) pueden cerrar el "vuelo" de 2 a 4 años en sitios de Calidad I, la primera poda se efectuará cuando el DAP promedio con corteza sea de 8 a 10 cm (Cozzo, *ibid*).

Por otro lado, SEP-FAO (1982) planteó el esquema siguiente:

Altura de los árboles	Arboles que se podan	Altura de poda
6 m	Todos los árboles	2.50 m
9 m	Todos los árboles	4.50 m
12 m	150 sustes selectos	6.60 m

El diámetro adecuado de ramas para la poda no deberá rebasar los 5 cm para que haya cicatrización rápida (Smith *in* Mas, *op. cit.* y Bretaudeau, 1978). Con relación al diámetro normal, en plantaciones de *Pinus* en la Sierra Purépecha, se reporta que a los 6 años de establecimiento se alcanzan los 10 cm de diámetro normal (García, 1985).

EFFECTOS DE LA PODA SOBRE EL CRECIMIENTO DEL ARBOL

La remoción de ramas muertas o muy sombreadas no afectan el crecimiento del árbol; sin embargo, la eliminación de las parcialmente sombreadas (ramas vivas puede reducir el crecimiento en diámetro y altura ya que si se extraen demasiadas al mismo tiempo, la superficie de copa disponible para la actividad fotosintética puede quedar tan reducida que ocasione un serio retrato del crecimiento del árbol. En masas sin cerrar se ha encontrado que se puede extraer del 25% al 40% de las copas vivas de diversas coníferas sin que haya reducción del crecimiento en altura, ni grave disminución del crecimiento en diámetro; pero en masas abiertas es más conveniente aceptar como límite superior de poda el punto de cierre de las copas que establece como guía alguna la proporción de la viva (Hawley y Smith, *ibid.*).

En un estudio realizado en Malawi, en el que se aplicaron tres intensidades de poda (28, 49 y 72%) en *Pinus patula* de 8 años de edad, se verificó a los 3 años de tratamiento una disminución del crecimiento en diámetro y una reducción de la conicidad del fuste volviéndose más cilíndrico en las dos últimas intensidades. El crecimiento en altura también se deprimió aunque que esta reducción es de poca importancia con el aumento registrado al 8o año. La conclusión es que la pérdida de crecimiento no es significativo, comparada con el notable aumento de la calidad de la madera (Cozzo, *ibid.*).

En las Carabelas, delta del Paraná, Cozzo (*ibid.*) observó que ejemplares de *Pinus elliotti* podados a los 3-4 años de edad evidenciaron una disminución del diámetro en relación a los testigos con los siguientes resultados:

Año de poda	Diámetro de árboles podados	Diámetro de árboles sin poda
4 ^º	10.7 cm	11.2 cm
5 ^º	13.2 cm	14.2 cm
7 ^º	17.0 cm	18.0 cm

TIPOS DE NUDOS

Una finalidad de la poda artificial es evitar la formación de nudos que demeriten la calidad de la madera debido a que la caída de las ramas no es total aun después de su muerte, dejando un muñón en el fuste y hasta que el árbol no aumente lo suficiente su diámetro para cubrirlo totalmente, no se producirá madera limpia formándose un nudo que reducirá la calidad y el valor de la madera (Köstler, *ibid*).

Existen dos tipos de nudos: los formados mientras la rama vive y que se denominan vivos y lo que se forma después de que la rama muere, se denominan muertos, negros o sueltos. Los primeros son considerados como defectos menos graves que los segundos, debido a que estos no se aflojan o rompen, lo que evita que en la madera aserrada se hagan huecos donde se encontraba el nudo (Hawley y Smith, *ibid*).

TIPOS DE PODA

La poda puede ser de dos tipos: natural o artificial. La primera es la eliminación de las ramas por factores bióticos y abióticos y está muy relacionada con la especie, la calidad de estación, la densidad de la masa y los tratamientos a la misma. La poda artificial implica remover las ramas vivas y muertas en la parte deseada de una sola vez cortándolas cerca del fuste, después el árbol necesitará un corto período para cerrar las heridas (Köstler, *ibid*).

La poda artificial puede ser dirigida hacia las ramas muertas (poda seca) o hacia las vivas (poda verde); con la poda seca es prácticamente nula la posibilidad de que se presente una infección o descomposición de la albura y el duramen pero se limita la producción de madera limpia, pues habría que esperar la muerte de las ramas para poder removerlas, sin embargo, en especies resinosas como los pinos y el abeto de Douglas los depósitos de resina tienden a impedir la rápida poda natural y ayudan a proteger el tronco de la infección (Hawley y Smith, *ibid*).

Las ramas verdes que son podadas y no son cubiertas de prisa por resina o tejido calloso pueden ser infectadas fácilmente por hongos destructores de madera y más riesgo existe cuando las ramas sobrepasan de 3 a 5 cm de diámetro, porque contienen un duramen que es más difícil proteger con resina que la albura; es más probable que se presenten podredumbres si se practica la poda de hojosas o algunas coníferas que no son muy resinosas (Hawley y Smith, *ibid*).

En un estudio con *Eucalyptus camaldulensis* se observó que las ramas de 3 cm de diámetro cicatrizan rápidamente, si son más gruesas requieren de hasta 3 años para producir el sello meristemático; éste sería una desventaja de la poda verde pero, si se requiere obtener madera limpia, es necesario realizarla; a pesar de lo anterior, mientras se efectúe en árboles vigorosos y haciendo una selección de especies y épocas adecuada, en rara ocasión habrá problemas con hongos o insectos. (Cozzo, *ibid*).

La poda artificial tiene sus variantes según el objetivo, y la forma de realizarla; así, tenemos que existen las siguientes:

- Poda para mejorar accesos
- Poda sanitaria
- Poda para producir madera libre de nudos
- Poda de porcentaje de la copa
- Poda por número de ramas vivas
- Poda de un porcentaje de la altura total del árbol
- Poda de una dimensión definida (tamaño de la trocería comercial)

Técnicas de poda y herramientas utilizadas.

El corte de ramas es una operación fácil, pero debe efectuarse con sumo cuidado para evitar el desgajamiento y el peligro de una infección o el ataque de insectos.

La técnica para podar árboles frutales puede adaptarse perfectamente a los árboles forestales; la poda debe hacerse lo más cerca del tronco para evitar la formación de nudos sueltos y para que el árbol cubra más rápidamente la zona podada debiendo realizarse cuando las ramas tengan hasta un máximo de 5 cm (Bretau, *op. cit.*).

La operación consiste en:

a) Por debajo del punto de corte con el serrucho, hacer una primera incisión de varios centímetros de profundidad.

b) Por la parte superior hacer un nuevo corte en la misma dirección que el corte inferior.

c) Sostener la rama en el momento en que se juntan los cortes

d) Refinar la herida con la serpe y

e) Embadurnar con una capa de betún de Noruega.

Otra técnica consiste en cortar primero las ramas a unos 15 cm del tronco, a continuación ejecutar un corte de abajo hacia arriba para evitar que la corteza se rompa, luego proceder a eliminar la rama con un corte de arriba hacia abajo y por último pintar las heridas con alquitrán para evitar la pudrición y el ataque de insectos. También puede utilizarse pintura con sulfato de cobre para taponar las heridas y otros antisépticos a veces aunque resulta caro usarlo con fines silvícolas; lo deseable es que las escarificaciones causadas por la poda sanen lo más rápidamente posible, lo cual dependerá de la especie y el diámetro de las ramas podadas (SEP, *op. cit.*).

El instrumento más usado es el serrucho curvo y el rendimiento con esta herramienta, depende mucho del número de dientes por pulgada; en un estudio realizado en Sudáfrica con *Pinus pinaster*, el más eficiente fué el de 5 dientes por

pulgadas, sobre todo para el derrame a más de 1.80 m del suelo, pues con él se emplean 2.6 minutos contra 3.12 si se utilizan serruchos con 6, 7 o más dientes (Cozzo, *ibid*).

Existen también una máquina podadora que mientras trepa desrama, ascendiendo y descendiendo en forma automática; es de origen suizo, está montada en motor de 6 HP con ruedas neumáticas, pesa 38 kg y sirve para podar árboles de 10-22 cm de diámetro subiendo a razón de 4.5 m por minuto. Su eficiencia que es magnífica en especies de tronco perfectamente circular y de mínima conicidad, se reduce cuando se trata de pinos resinosos y cipreses, cuyos tallos son menos perfectos, con lo que se producen grandes recortes de corteza o se dejan puntas de base de ramas (Cozzo, *ibid*).

Las podas en programas de manejo forestal.

En algunos países las podas son incluidas en los programas de manejo para bosques naturales o artificial, para esto es necesario conocer el ritmo de crecimiento de la masa y coordinar la poda con las cortas de aclareo para evitar que los árboles que han sido podados vayan a ser derribados antes de la corta principal (Mas, *ibid*).

Una justificación para efectuar la poda e incluirla en los planes de manejo es para eludir la bifurcación del fuste y la formación de defectos en la madera ya que existen árboles como *Pinus ellioti*, *P. taeda* y *P. palustris*, que tardan en despojarse de sus ramas bajas 6, 9 y 12 años respectivamente (Cozzo, *ibid*).

Costo de poda.

Los costos de poda se afectan por diversas variables; en la bibliografía se encontró lo siguiente: con una buena organización y realizando el trabajo escrupulosamente utilizando sierra de mano, una persona puede podar de 20 a 30 árboles/día y se necesitan de 4 a 8 días/hombre para podar 160 árboles/acre (+ 10-20 días/hombre para podar 400 árboles/ha a una altura, de 6 m, (Kloster, *ibid*) para determinar el costo total habría que realizar el cálculo con precios actuales.

En un estudio realizado en Kenya, se evaluó la costabilidad de las podas incrementando la altura de las mismas de 32 a 45 pies en *Pinus radiata*; los datos para éste caso fueron:

Diámetro mayor a 32 pies de h: 15 pulg.

Diámetro menor a 45 pies de h: 13 pulg.

Incremento de altura de poda: 13 pies

Costo de la madera podada: 45 cts./pie

Costo de la madera no podada: 9 cts./pie

Resultados:

Volumen = 13 pies cúbicos

Valor del fuste podado: 13 pies cúbico x 45 cts. = \$ 5.85 Dlls.

Valor del fuste sin poda: 13 pies cúbicos x 9 cts. = \$ 1.17 Dlls.

Ganancia obtenida por podar: \$ 5.85 - \$ 1.17 = \$ 4.68 Dlls.

La poda se realizó a los 7 años y el fuste sería cosechado a los 37 años, por lo que habría que esperar 30 años para el retorno; asumiendo 5% de interés compuesto el autor calculó el gasto en la operación de poda con la siguiente fórmula.

$$P_n = P_o (1 + r/100)^n$$

Donde: P_n = Cantidad colocada a interés compuesto en un tiempo dado (ganancia actual por la poda).

P_o = El importe a que P_n se acumula (valor futuro de la operación de poda)

r = tasa de interés compuesto (%)

n - Período de retorno en años

Sustituyendo:

$$Po - Pn - \$ 4.68 - \$ 4.68 - \$ 4.68 - \$ 1.08 \text{ Dlls.}$$

$$(1 + r/100)^n (1 + 5/100)^{30} (1.05)^{30} 4.32$$

En el evento se encontró que los árboles pueden ser podados a menos de \$ 1.08 y la decisión de incrementar la altura de la poda fue incluida en el programa de manejo (Dyson, *op. cit.*).

En otra investigación se calculó que para podar 160 árboles por hectárea en una masa pura natural de *Pinus michoacana* Mtz. a un 1/3 de la copa viva (3.80-500 m de altura desde la base) se requieren 2 días hombre técnico forestal y 6 días hombre ayudante con un costo de \$ 4,800.00 por hectárea a \$ 30.00 por árbol.

Algunos silvicultores, para evitar el costo de las podas, utilizan espaciamientos cerrados no obteniéndose siempre el mismo resultado; por lo tanto, se cuantificó el efecto del espaciamiento sobre el diámetro de las ramas, número de ellas y superficie nudosa en una plantación de *Pinus resinosa*, encontrando que esta especie siempre retiene la mayoría de las ramas por más de 20 y 40 años, por lo cual la poda es necesaria sin considerar sus distancias de plantación (Laydly y Barse, 1979).

MATERIALES Y METODOS.

Descripción ecológica del área.

Localización.

El área donde se realizó el estudio se encuentra localizada en el CEFBC al NW de Uruapan Mich., en altitudes que van de 1690 a 2114 msnm, las coordenadas geográficas son 19° 17' de latitud norte y 102° 05' de longitud oeste (Gómez Tagle, 1985).

Clima

Los datos climatológicos de la estación meteorológica del CEFBC (Cuadro 1) fueron procesados con la metodología de Köeppen modificada por García, (1973) y la clave climática resultó ser: C(Wⁿ₂) (W) b (i) g que corresponde a templado subhúmedo con lluvias en verano.

Las literales que describen a este tipo de clima son:

C: templado, porque tiene uno o más meses con temperatura media menor de 18° C y ninguno con temperatura menor de -3° C.

(Wⁿ₂) (W): La precipitación del mes más húmedo (julio) de la mitad del año en el verano es mayor diez veces que la del mes más seco (marzo); Esta es desplazada por un poco hacia el otoño con un cociente p/t = 55.3. La precipitación anual es mayor al límite de los clima B y menor que de los (Cm).

b: La temperatura del mes más frío fluctúa entre -3 y 18° C y la del mes más caliente entre 6.5 y 22° C. Para esta estación la temperatura media del mes más frío es 13.5° C y del mes más caliente es de 19° C.

(i): La oscilación anual de temperatura media mensual es de 5.5° C, ubicándose en el rango de 5 a 7° C, por lo que se le denomina poca oscilación térmica.

g: Denominada Marcha de Ganges, que indica que la temporada más caliente se presenta antes del solsticio de verano.

Suelo.

Las características fueron determinadas en el laboratorio de suelos del Campo Experimental Forestal "A" Uruapan, del Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias de Micoacán, siendo las más importantes: origen volcánico, color pardo que en el horizonte A presenta textura migajón arenosa, pH de 6.0 y capacidad de intercambio catiónico total de 14.42 meq/100 (Cuadro 2).

Cuadro 1.- Datos climáticos del Campo Experimental Forestal Barranca de Cupatitzio de 1977 - 1987.

VARIABLES	MESES											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Temp. media °C	13.5	14.6	15.8	17.8	18.9	18.9	17.4	18.0	17.8	17.2	15.6	14.5
Temp. máx. extrema °C	24.9	27.2	28.5	30.6	30.9	28.8	26.8	26.3	26.2	26.7	25.9	25.3
Temp. mín. extrema °C	2.3	2.4	2.5	4.6	5.5	9.1	9.6	10.0	9.4	6.9	4.3	3.2
Temp. media mín. °C	6.5	5.7	6.0	8.2	10.1	12.9	12.6	12.5	12.4	11.0	8.0	6.7
Temp. media máx. °C	21.8	23.4	25.6	27.5	27.5	24.8	23.2	23.4	23.2	23.7	23.1	22.4
Precipitación total mm	43.1	8.9	6.4	9.6	74.3	269.0	353.7	349.7	313.2	116.3	40.9	9.1
Evaporación total mm	78.1	112.2	143.0	152.3	155.3	107.0	116.4	100.6	90.1	95.5	77.7	64.7

Precipitación total anual promedio: 1626 mm.

Mes más lluvioso: Julio con 353.9 mm.

Mes más seco: Marzo con 6.4 mm.

Mes más frío: Enero con 13.5 °C.

Mes más caliente: Mayo con 19 °C.

Temperatura media anual: 16.7 °C.

Clima: C (W²) (W) b (i) g

Templado subhúmedo con lluvias en verano.

Cuadro 2.- Características físico-químicas de suelo del paraje los Encinos del Campo Experimental Forestal Barranca de Cupatitzio.

FISICAS										
Profundidad cm	Arena %	Limo %	Arcilla %	Denominación	Seco	Color	Húmedo	Densidad d. a. d. r.	Espacio poroso %	
0 - 13	66	26	8	Migajón arenoso	10YR 10/4	10 YR 10/4	10 YR 2/2	1.12	2.55	56.07
13 - 47	64	28	8	Migajón arenoso	10 YR 5/4	10 YR 5/4	5 YR 3/2	0.94	2.39	60.86
47 - 90	64	32	4	Migajón arenoso	10 YR 5/4	10 YR 5/4	10 YR 2/2	1.01	2.49	59.45
90 - 140	89	9	2	Arena	10 YR 5/4	10 YR 5/4	5 YR 3/2	1.15	2.62	56.10
QUÍMICAS										
Profundidad cm	pH 1:2.5	Materia orgánica %	CICT	Saturación de bases %	K ⁺ Meq/100	P	NO ₃ kg/ha	NH ₄ ⁺ kg/ha	Alofanos kg/ha	
0 - 13	6.00	3.06	14.42	16.57	0.58	2.1	5 kg/ha muy pobre	10 kg/ha muy pobre	XX	
13 - 47	6.05	2.55	29.35	18.39	1.15	0.9	5 kg/ha muy pobre	10 kg/ha muy pobre	XX	
47 - 90	6.60	1.82	21.22	19.80	0.57	0.8	5 kg/ha muy pobre	10 kg/ha muy pobre	XX	
90 - 140	6.60	0.63	12.36	24.27	0.51	1.3	5 kg/ha muy pobre	10 kg/ha muy pobre	X	

Vegetación.

Entre las especies más comerciales (Mas et al. 1983) reportan bosque natural de *Pinus douglasiana*, *P. michoacana* y *P. lawsonii*. Las especies hojosas más frecuentes son madroño (*Arbutus xalapensis*) y encino (*Quercus sp.*); entre las especies menores se encuentran la espinosilla (*Loeselia sp.*), jara (*Senecio sp.*) bembércua (*Rhus radicans*), tabardillo (*Piqueria trinervi*), hierba del sapo (*Erygium sp.*) y tabardello (*Piqueia trivervia*), y zarumuta (*Mulembergia robusta*).

Fauna.

Se han reportado 66 especies de aves y 32 de mamíferos, entre los que destacan; venados cola blanca (*Odocoileus virginianus*), ardilla (*Sciurus aureogaster*), tusa (*Pappogeomys alconi* y *Zygogeomys trichopus*), armadillo (*Dasypus novemcinctus*), tlacuache (*Delephis virginiana*) y roedores de los géneros *Sigmodon*, *Peromyscus* y *Reithrodontomys* (Orduña et al., 1985).

ANTECEDENTES DEL EXPERIMENTO

El estudio se llevó a cabo en las plantaciones del CEFBC, establecidas en julio de 1963 a un espaciamiento de 2 x 2 m con planta producida en el vivero del ex-Instituto Nacional de Investigaciones Forestales de México, D. F. las especies plantadas fueron: *Pinus pseudostrobus*, *P. michoacana*, *P. leiophylla*, *P. montezumae*, *P. patula* y *P. ayacahuite*.

Las podas se realizaron cuando los árboles tenían 9 años de edad, iniciándolos en julio de 1972 hasta mayo de 1973. Las intensidades probadas fueron 50, 33 y 25% respecto a la altura total del árbol, considerándolas como regular, media y baja, respectivamente.

Las especies evaluadas son *Pinus pseudostrobus* Lindl. y *P. michoacana* Mtz. escogiéndolas por su abundante distribución, adaptabilidad y uso de su madera en la región.

Cuando se hizo la poda, el diámetro y la altura promedio para la primera especie fue de 16 cm y 9 m respectivamente; para la segunda de 13 cm y 7 m.

Materiales y equipo.

- Cinta diamétrica para la medición del diámetro normal.
- Clinómetro SUUNTO para la medición de alturas.
- Cable compensado de 20 m para medición de alturas.
- Serrote curvo para podar.
- Pintura de aceite y brochas de 2 pulgadas para cubrir heridas.
- Machete.
- Escalera.
- Formas para registro de datos.

Metodología.

- Sección de árboles dominantes de la plantación.
- Para su identificación, se numeró cada árbol; efectuando un sorteo posterior para determinar el tratamiento por aplicar (intensidades de poda y testigo).
- Aplicación del tratamiento
- Toma de datos y registro. Se midió la altura total por árbol y el diámetro normal al momento de la poda y se hizo una segunda medición 10 años después para calcular los incrementos periódicos en altura (iph) y diámetro (ipd).

- Cuantificación de árboles podados diarios por tratamiento, para determinación del costo de poda por árboles; sumando el salario diario por cada trabajador de la brigada y dividiendo el resultado entre el número de árboles podados.

Análisis estadístico.

Las variables en estudio fueron el iph e ipd. Para la especie *Pinus pseudostrobus* Lindl. se evaluaron 30 árboles por tratamiento (120 observaciones) y para *P. michoacana* Mtz. 20, haciendo un total de 80 observaciones, de las cuales se eliminaron 15 de la variable ipd por considerarse los datos bastante dispersos con respecto a los valores mostrados por el resto del arbolado. Los tratamientos fueron cuatro (tres intensidades de poda y testigo), asignándose al azar y la unidad experimental fue el árbol. Se aplicó un análisis de varianza en un diseño completamente al azar con una confiabilidad del 99% para conocer la variabilidad atribuible a los tratamientos sobre la unidad experimental y averiguar la significancia entre los mismos. Posteriormente, se utilizó la prueba de Tukey para agrupar las medias e indicar qué tratamientos causaron diferencias con respecto al testigo y entre ellos.

RESULTADOS Y DISCUSION.

Variable incremento periódico en altura de *Pinus pseudostrobus* Lindl.

El análisis de varianza mostró diferencia significativa entre tratamientos (Cuadro 3), por lo que se procedió a realizar la prueba de Tukey mediante la cual se encontraron los grupos A, AB, B y C, reportando el mayor iph los tratamientos 50 y 25% de poda con valores de 11.89 y 11.14 m respectivamente, seguidos del 33% y testigos con valores de 10.79 y 9.23 m respectivamente (Cuadro 4).

Cuadro 3. Análisis de varianza para el incremento periódico en altura del *Pinus pseudostrobus* Lindl.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Ft
Tratamientos	3	113.008	37.669	28.76**	3.96
Error	116	151.956	1.31		
Total	119	264.964			

** Significativo al nivel de 0.01

Coefficiente de variación = 10.6 %

Media general = 10.76

Cuadro 4. Prueba de Tukey al 0.01 de significancia para *Pinus pseudostrabus* Lindl. del incremento periódico en altura.

Tratamiento	Medidas	Agrupación
50 %	11.89	a
25 %	11.14	ab
33 %	10.79	b
Testigo	9.23	c

Error estándar = 0.209

Grados de libertad = 116

Variable incremento periódico en diámetro de *Pinus pseudostrabus* Lindl.

El análisis de varianza mostró una diferencia altamente significativa entre tratamientos al nivel de 1% (Cuadro 5). Por lo cual se procedió a realizar la prueba de Tukey, reportando el mayor ipd el tratamiento 50% de poda con un valor de 15.35 cm, seguido en orden decreciente por los tratamientos 33% y testigo con valores de 12.29, 12.04 y 9.73 cm respectivamente (Cuadro 6).

Cuadro 5. Análisis de varianza para el incremento periódico en diámetro del *Pinus pseudostrabus* Lindl.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Ft
Tratamientos	3	478.461	159.487	15.02**	3.96
Error	116	1231.358	10.615		
Total	119	1709.819			

** Significativo al nivel de 0.01

Coeficiente de variación = 26.4 %

Media general = 12.35

Cuadro 6. Prueba de Tukey al 0.01 de significancia para *Pinus pseudostrabus* Lindl. del incremento periódico en diámetro.

Tratamiento	Medidas	Agrupación
50 %	15.35	a
33 %	12.29	b
25 %	12.04	b
Testigo	9.73	b

Error estandar = 0.595

Grados de libertad = 116

Varios autores han citado que la poda de ramas vivas deprimen el crecimiento si la eliminación de las mismas no se hace racionalmente (Hawley Cozzo, *ibid* y Viddal, *op. cit.*). Para este caso no hubo depresión del crecimiento para las variables iph e ipd en *Pinus pseudostrabus* Lindl. ya que las intensidades de poda superaron al testigo encontrando que el tratamiento 50% fue el que reportó los mayores incrementos. Sin embargo, hay que considerar que a la edad en que se podó la planeación tenía una densidad alta existiendo una fuerte competencia por el espacio lateral y por sobresalir y dominarse entre árboles adyacentes por lo que la poda tuvo el efecto de un aclareo ligero, ya que se eliminaron ramas bajas en el momento en que el árbol posiblemente trataba de deshacerse de ellas y que por la misma competencia tenía una capacidad fotosintética mermada. Por lo antes expuesto, el posible efecto negativo del crecimiento que pudiera haber originado las podas probablemente quedó encubierto por la influencia de la densidad.

Variable incremento periódico en altura de *Pinus michoacana* Mtz.

El análisis de varianza mostró una diferencia significativa al nivel del 1% (Cuadro 7). Por lo que se procedió a realizar la prueba de Tukey reportando el mayor iph el tratamiento 33% con un valor de 11.22 m, seguido en orden decreciente por los tratamientos 50%, testigo y 25% con valor de 9.25, 8.46 y 8.27 m respectivamente (Cuadro 8).

Cuadro 7. Análisis de varianza para el incremento periódico en altura del *Pinus pseudostrobus* Lindl.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Ft
Tratamientos	3	108.916	36.305	11.82**	4.08
Error	76	233.479	3.072		
Total	79	342.396			

** Significativo al nivel de 0.01

Coeficiente de variación = 18.8 %

Media general = 9.30

Cuadro 8. Prueba de Tukey al 0.01 de significancia para *Pinus michoacana* Mtz. del incremento periódico en altura.

Tratamiento	Medidas	Agrupación
33 %	11.22	a
50 %	9.25	b
Testigo	8.46	b
25 %	8.27	b

Error estandar = 0.3929

Grados de libertad = 76

Variable incremento periódico en diámetro de *Pinus michoacana* Mtz.

El análisis de varianza mostró una diferencia significativa entre tratamientos al nivel del 1%. (Cuadro 9). Por lo que se procedió a realizar la prueba de Tukey reportando el mayor ipd el tratamiento 50% con un valor de 10.62 cm compartándose similarmente a este tratamiento los correspondientes al 33% y testigo con valores de 9.86 y 9.6 cm. respectivamente. El valor más bajo fue de 6.79 cm para el tratamiento 25% (Cuadro 10).

Cuadro 9. Análisis de varianza para el incremento periódico en diámetro del *Pinus michoacana* Mtz.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Ft
Tratamientos	3	123.259	41.086	4.91**	4.15
Error	56	468.290	8.362		
Total	59	591.549			

** Significativo al nivel de 0.01

Coefficiente de variación = 26.4 %

Media general = 12.35

Cuadro 10. Prueba de Tukey al 0.01 de significancia para *Pinus michoacana* Mtz. del incremento periódico en altura.

Tratamiento	Medidas	Agrupación
50 %	10.62	a
33 %	9.68	a b
Testigo	9.60	ab
25 %	6.79	b

Error estándar = 0.747

Grados de libertad = 56

En los resultados de las variaciones iph e ipd de *Pinus michoacana* Mtz. influyó la eliminación de ramas y la densidad que al momento de la poda era muy fuerte, por lo que al suprimir ramas bajas y muy sombreadas en las intensidades de 50 y 33% se presentó el efecto parecido al de un aclareo; lo que permitió que los árboles podados con éstos tratamientos incrementaran más que los no podados y de los que se les aplicó el 25%.

Se considera que las intensidades de poda del 50 y 33% justificaron su aplicación con respecto a la altura promedio que ambas especies tenían a los 9 años de edad (*Pinus pseudostrobus* Lindl. 9 m y *P. michoacana* Mtz. 7 m), tomando como referencia los porcentajes de poda manejados por Mas (*ibid*) del 38 al 50% árboles que miden 8 a 10 m respectivamente; Vidal (*ibid*) de 35 a 40% para árboles de 6 m de altura y 10 cm de diámetro; Largaía (*in Cozzo ibid*) del 50% para los que

miden 5 a 9 m y por último SEP-FAO (*ibid*) de 42, 50 y 55% para 6, 9 y 12 m de altura.

Refiriéndose al diámetro normal y basándose en experiencia de autores como Vidal (*ibid*) y Dyson (*ibid*), las podas debieron aplicarse cuando éste era de 10 cm (*Pinus pseudostrabus* Lindl., tenía 16 cm y *P. michoacana* Mtz. 13 cm). En la región se logra este diámetro a los 6 años de establecida la plantación (García, *op. cit.*).

Costos de poda en el experimento.

La brigada que realizó la poda se integró de dos auxiliares de campo y un técnico forestal, que podaban diariamente un promedio de 90 árboles al 25% de intensidad, 62 al 33% y 48 al 50%.

El costo diario por podar es de \$ 15'600.00, considerando un salario diario de \$ 4,800.00 para el peón de campo y \$ 6'000.00 para el técnico Forestal (salario de agosto de 1987).

El gasto por podar un árbol al 25% fue de \$ 173.00, \$ 252.00 al 33% y \$ 325.00 al 50%.

El costo de poda fue afectado basicamente por los tratamientos y varió de acuerdo con los mismos en forma inversamente proporcional ya que a mayor intensidad de poda menor número de árboles podados por días y viceversa.

Se considera que el costo puede ser recuperable ya que como lo mencionan varios autores como Adlard (*in Cozzo, ibid*) y Dyson (*ibid*), que por el hecho de podar se obtendrá madera de buena calidad que obviamente es mejor pagada y los ingresos aumentarían si la troza podada se destinara a la producción de triplay.

Es importante señalar que con el costo de poda por árbol se puede determinar el costo por hectárea, que dependerá del número de árboles seleccionado para mejorar la calidad de la madera.

Se menciona además, que la inversión por podar puede recuperarse y obtener ingresos adicionales, si tomamos en cuenta que en el caso de este experimento no hubo depresión del crecimiento en iph e ipd con el tratamiento de 50% que es el que mejor convendría para ambas especies, ya que brinda la opción de obtener trocería arriba de 2.60 m que se espera sea de mejor calidad que la de los árboles no podados.

CONCLUSIONES.

Con base en los resultados obtenidos y en la bibliografía consultada se mencionan las conclusiones siguientes:

1.- Los tratamientos del 50 y 33% experimentados en el estudio fueron los indicados con respecto a la altura media que ambas especies tenían cuando se aplicó la poda.

2.- No tuvo objeto podar al 25% en estas especies porque la troza a obtener es menor en longitud que la trocería comercial (2.60 m).

3.- Hubiera sido recomendable efectuar las podas cuando el diámetro medio en ambas especies fue de 10 cm.

4.- *Pinus pseudostrobus* Lindl. mostró los mejores iph e ipd con el 50% de poda y *P. michoacana* Mtz. obtuvo el mayor iph con el 33% y el mayor ipd con el 50%.

5.- La poda, en general tuvo el efecto de un aclareo porque contribuyó a que los árboles podados superaran el testigo en diámetro y altura ya que no hubo evidencia de que esta labor afectara negativamente el crecimiento del arbolado.

6.- Para futuros trabajos de poda con estas especies en plantaciones de 2 x 2 m, sería conveniente combinar las podas con aclareos y aplicar una intensidad del 50% en árboles dominantes seleccionados para mejorar la calidad de la madera en la cosecha final.

7.- Complementar el trabajo con otros estudios donde se comparen diferentes tipos de poda como son aquellos en los que se determina la intensidad de acuerdo a la altura total de árbol y al porcentaje de copa viva o donde se especifica la longitud de la troza comercial que se desea obtener incluyendo en ellos el derribo para evaluar calidad de madera, tiempos y costos con diferentes calidades de estación, averiguar edad y sesceptibilidad de la poda natural en diferentes especies, correlación entre los efectos causados por la densidad y la poda, entre otros.

LITERATURA CITADA.

- Avila, H.M. 1978. Podas. Memoria de la primera reunión Nacional de Plantaciones Forestales. Publicación especial No. 13. S.A.R.H., INIF. México.
- Bonilla, B.R. y Avila, H.M. 1980. Aspectos políticos de las Plantaciones Forestales, Publicación especial No. 33. S.A.R.H., S.F.F., I.F.I.F., México.
- Bretaudeau, J. 1978. Poda e injerto de frutales, Ediciones Mundial-Prensa. Madrid.
- Cámara Nacional de las Industrias Derivadas de la Silvicultura, 1986. Memoria Económica 1985-1986. CNIDS. México.
- Cozzo, D. 1976. Tecnología de la Forestación en Argentina y América Latina. Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires.
- Dyson, W.G. 1965. Tropical Silviculture. Plantation-pretreatment prunig. IICA. Turrialba, Costa Rica.
- Enríquez, Q.M. y Equihua, E.B. 1980. Aspectos Socieconómicos de las Plantaciones Forestales. Memoria de la Segunda Reunión Nacional de Plantaciones Forestales, Publicación especial No. 33 S.A.R.H., S.F.F., México.
- García, E. 1973. Modificaciones el sistema de clasificación climática de Köppen para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana, U.N.A.M. México.
- García M.J. 1985. Efectos del espaciamiento en una plantación de 4 especies de pino. Tesis Profesional Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez". Uruapan, Mich., México.
- Gómez Tagle, R.A. 1985. Levantamiento de Suelos del Campo Experimental Barranca de Cupatitzio y sus relaciones con la vegetación de coníferas. Tesis M.C. U.N.A.M. México, D. F.

- Hawley, R.C. y Smith, D.M. 1972 *Silvicultura Práctica*. Editorial Omega, S.A. Barcelona.
- Henman, D.W. 1963. Pruning conifers for the production of quality timber For. Cam. Bulletin No. 35 Her Majesty's Stationery Office. Scotland.
- Köstler, J. 1956. *Silvicultura*. Ed. Oliver and Boyd. London.
- Laydly, P.R. y Barse, R.G. 1979. Spacing affects Knot surface in red pine plantations, USDA. For. Serv. NCFES. Res Note NC-246. St. Paul, Minn.
- Leloup, M. 1957. Los chopos en la producción de madera y la utilización de las tierras. FAO-ONU. Roma.
- Mas, P.J., 1985. El manejo de bosques de pino y encino mediante el sistema de cortas Sucesivas de Protección (SICOSUP). Publicación especial No. 1 SARH-INIFAP-CIFO. Uruapan, Mich., México.
- Sánchez, P. H. y Román C.C.A. 1977. *Silvicultura en Bosques Nacionales de la Unidad Industrial Michoacana de Occidente*. Panel Nacional sobre la Silvicultura Intensiva en México.
- García, M.J. y Prado, O.A. 1983. Ensayos de Plantaciones Forestales en el C.E.F. "Barranca de Cupatitzio" (en prensa) SARH. INIFAP. México.
- Orduña, T.C., Salas, P.M.A. y Gaytán, T.P. 1985. Determinación de aves y maníferos del Campo Experimental Forestal "Barranca de Cupatitzio" Uruapan, Mich. IV Simposio Sobre Fauna Silvestre U.N.A.M. México, D. F.,
- SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA - TRILLAS (Eds.) 1984. *Producción Forestal*. Col. manuales para educación agropecuaria, area: Producción Forestal, No. 54. México.
- Siren, G. 1977. Otros tratamientos culturales. Memoria del Curso de Silvicultura de Montes de Coníferas. Dir. Gral. Para el Desarrollo Forestal. S.A.R.H. SFF. México.
- Vidal, J.J. 1962. El pino. Manuales UTHERA. No. 141/141a. México.

COSTOS DE PRODUCCION DE MADERA ASERRADA

Manuel Pando Olivas *
Pedro Juárez Tapia **
Manuel Alarcón Bustamate ***

INTRODUCCION

La marcha de los acontecimientos señala una reducción futura en los coeficientes de beneficio en las diversas ramas industriales. Por ello es de suma importancia el control sobre los costos teniendo en cuenta los volúmenes de producción que influirán decididamente en la fijación de precios; los presupuestos, como instrumentos de control, tienen una marcada importancia en el desarrollo y planeación del mejoramiento industrial.

No debe esperarse una reducción en los salarios, ni en las contribuciones que probablemente serán más altos que los actuales, lo mismo que los costos de reposición de maquinaria y equipo y, en consecuencia, las depreciaciones también lo serán, por lo que la reducción de los costos de producción tendrá que hacerse a base de eficiencia en los métodos de producción y un mayor control de gastos.

Cualquier sistema racional de organización económica de la sociedad, deberá tomar forzosamente en consideración los costos de explotación de sus recursos. De aquí la justificación de ellos en la vida práctica y la necesidad de implantarlos en las diversas ramas de la actividad humana; el ingreso en cualquiera de éstas, deberá ser superior a su costo, principio fundamental que rige la economía mundial y que permite en base al rango existente entre ellos determinar el margen de utilidad o beneficio

- * Ingeniero Agrónomo Forestal.- Investigador del CIFAP-Chihuahua, INIFAP.
- ** Ingeniero en Tecnología de la Madera.- Investigador del CIFAP-Chihuahua, INIFAP.
- *** Ingeniero Agrónomo Forestal Investigador del CIFAP-Chihuahua, INIFAP.

MARCO DE REFERENCIA.

Las formas o sistemas para determinar los costos de producción están condicionados a las características de producción de la industria de que se trate, lo que quiere decir, que la forma o sistema debiera adaptarse a las necesidades de la empresa en cuestión.

Las industrias se clasifican en extractivas, de transformación y de servicios. Son industrias extractivas las que obtienen el producto de la naturaleza en su estado primario; por ejemplo: la industria petrolera, minera, etc, son industrias de transformación aquellas que modifican la materia prima por medio de adición, mezcla o yuxtaposición de otros materiales hasta obtener un producto manufacturado; son industrias de servicio las que como su nombre lo indica producen y venden servicios, ejemplo: industrias del transporte, teléfonos, publicidad, etc.

Por las características tan especiales que guarda la industria de aserrío puede ser encuadrada en las industrias de transformación mismas que por su forma de producir pueden dividirse en dos grupos:

- Las que producen por medio del ensamble o yuxtaposición de varias partes, hasta lograr una unidad completa, que se considera como un producto manufacturado; ejemplo: industrias muebleras, de calzado, ensamblado de automóviles, etc.

- Las que sujetan la materia prima a un proceso constante de elaboración o transformación con ayuda de otros materiales y en las que la producción es continua o en masa; ejemplo: industrias del cemento, embotelladoras, pinturas, etc, y en la que cae también la industria de aserrío que es la que nos interesa.

De acuerdo a lo anteriormente expuesto, Reyes Pérez (1977) dice que existen dos sistemas básicos de costos de producción, por órdenes y por procesos aplicables respectivamente a la división presentada con anterioridad.

El sistema de costos de producción por procesos se emplea en aquellas industrias cuya producción es continua y en masa, existen uno o varios procesos para la transformación de la materia prima, como es el caso de la industria de aserrío, por lo que se cargan los elementos del costo correspondiente a un

período determinado al proceso o procesos que existan y en el caso de que toda la producción se inicie y termine en dicho período, el costo unitario se obtendrá dividiendo el costo total acumulado entre las unidades producidas. Las empresas que trabajan a base de procesos, miden lo que producen en unidades como: kilos, litros, metros, etc.

En estas industrias la producción se compone de unidades semejantes, producidas todas ellas por medio de un tratamiento similar. Por ello se supone que a cada unidad hay que cargar la misma cantidad de materiales, mano de obra y gastos generales. De acuerdo a Reyes (*op. cit.*) "cuando se reduce a sus elementos esenciales, el control de costos de proceso es el procedimiento por el cual se obtienen los costos de la unidad de producto mediante la aplicación de un promedio".

Su forma más sencilla, el costo unitario de un producto se determina basándose en el material, mano de obra consumida y en los gastos generales realizados en él para una producción dada.

En las industrias como la de aserrío, en que las operaciones son repetitivas y continuas, los costos unitarios deben ser muy estables; las variaciones en el costo son un indicio de la presencia de factores anormales.

Elementos de los Costos de Producción.

Los elementos que componen los costos de producción son: materias primas, mano de obra y gastos de fabricación, los cuales se pueden considerar en forma general como inversiones para la marcha de la industria.

Materias Primas

Los materiales representan un factor importante del costo de elaboración, tanto porque es el elemento básico del producto como por la proporción de su valor invertido en el mismo.

Mano de Obra

Este gasto es considerado el segundo elemento del costo de producción y se refiere al esfuerzo humano necesario para transformar la materia prima en un producto manufacturado. Este esfuerzo es remunerado en efectivo, valor que interviene como parte importante en la formación del costo de producción.

La intervención en el costo de producción puede ser: como mano de obra directa o como mano de obra indirecta.

La mano de obra directa es aquella que interviene en forma precisa en la transformación o elaboración de materia prima.

La mano de obra indirecta es aquel pago de salarios que no pueden aplicarse específicamente a un proceso de producción y que se acumulará dentro de los gastos indirectos para ser derramados en la producción habida.

Gastos Indirectos o de Fabricación

Son aquellos gastos que siendo necesarios para lograr la producción de un artículo, no es posible determinar en forma precisa la cantidad que corresponde a la unidad producida; estos gastos son absorbidos por la producción en forma de prorrata.

Los gastos indirectos o de fabricación se clasifican en cuanto a su presencia en fijos y variables.

Son gastos de producción fijos, aquellos que en cuanto a su monto y periodicidad, son constantes, por ejemplo: renta, depreciación de maquinaria, salarios de personal técnico, así como de aquellos ayudantes y personal de servicio general, impuestos especiales, primas de seguros, en general todo aquellos gastos cuya erogación no esté en relación directa con el volumen de producción.

Son gastos de fábrica variables aquellos cuyo monto fluctúa en razón directa de la producción, por ejemplo: luz y fuerza, combustible, reparaciones, mantenimiento de fábrica, materiales indirectos, etc.

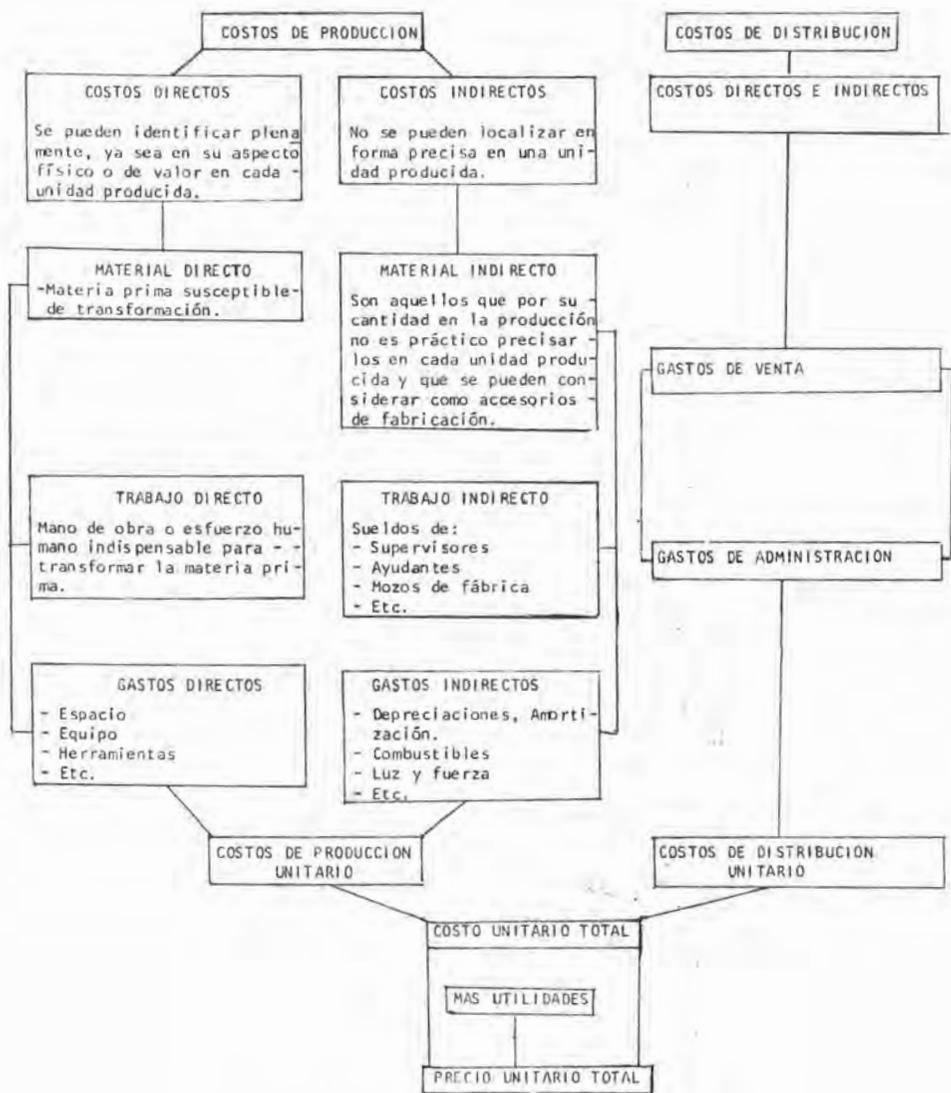


Figura 1.- Diagrama del precio unitario total

METODOLOGIA.

Para la realización del estudio denominado Costos de Producción de Madera Aserrada se dividió el Estado en tres regiones forestalmente importantes quedando de la siguiente manera: región 1 Madera - El Largo, región 2 San Juanito - Guachochi y región 3 Guadalupe y Calvo, donde se visitaron y encuestaron empresas forestales tanto ejidales como particulares con diferentes grados de tecnología, capacitación, formas de administración, etc. que nos permiten conocer las variaciones que existen en cuanto a los costos en la producción de tablas así como de los márgenes de utilidad que se presentaron en base a sus costos en general.

RESULTADOS.

Antes de dar resultados de este trabajo es importante hacer notar que éstos se obtuvieron en base a la información proporcionada por los dirigentes de la empresas, tanto del sector social como del privado, que muchas ocasiones debido al carácter del estudio, en el que la información solicitada se refiere al manejo administrativo de sus industrias, los hace pensar en situaciones de tipo fiscal por lo que nos proporcionan información veraz al respecto; pero aún así los resultados obtenidos nos dan una idea muy aproximada de la situación que guarda la industria de aserrío en lo que a costos de producción se refiere.

El costo de la materia prima en las empresas del sector social, representa aproximadamente un 54% del costo total, contra un 85% de las empresas privadas que se abastecen de terceros.

De los costos de extracción el rubro que se lleva el mayor porcentaje del gasto es el flete de trocería con un 13% (sin considerar el pago por derecho de monte que equivale a 19%) después lo destinado a caminos con un 11%, un 8% para el corte y troceo incluyendo la limpia, un 7% se paga por los servicios técnicos forestales, completándose el costo total con un 6% destinado a la administración y 3% en el pago de impuestos.

Como se puede observar en los datos anotados anteriormente, el 11% destinado a caminos es relativamente bajo, considerando que la falta de éstos o su mal estado son el principal problema de la industria forestal en general.

En lo que respecta al arrastre y carga de trocería en el que se obtuvo un 13% como gasto promedio, considerado relativamente alto en comparación con los demás, se debe principalmente a que esta operación se realiza en la mayoría de las ocasiones en forma manual, es decir, arrastrando con animales, generalmente troncos de caballos y cargando con la ayuda de los mismos o aprovechando las pendiente lo que origina bajos rendimientos. Es importante hacer notar que esta situación es un problema netamente social y se debe a ésto precisamente el que esta operación no se haya tecnificado.

Como ya se ha mencionado en muchas ocasiones el transporte es el principal problema y el factor de mayor costo en la industria forestal tanto en el abastecimiento de materia prima como en la distribución del producto elaborado.

La operación corte y troceo aunque presenta variaciones por industrias de 4% a 14% en cuanto a su participación en el costo total, no es considerada cuello de botella o actividad cara dentro de la extracción.

En lo que respecta al derecho de monte se presenta una situación curiosa ya que se reporta, en varias empresas, pagos diferentes por este concepto; considerando un pago único por unidad sin tomar en cuenta el producto a obtener; ejemplo: pagan lo mismo por concepto de derecho de monte por celulosa que por trocería para triplay o aserrío. La variación en su participación del costo es de 13% a 29%.

En una empresa que vende la madera en rollo, la utilidad obtenida por esta operación no alcanza el 35% del cual habla la autoridad forestal en relación al fondo común forestal y los beneficios que por venta de productos forestales en rollo debe alcanzar el producto.

Otra situación muy común es la venta de madera en rollo sin clasificar ("mill-rum"), pagando por ésto al fondo común la cuota marcada para producto primario (aserrío) que es inferior a la que se paga para triplay; esta trocería al ser clasificada, un alto volumen alcanza la categoría de triplayera, lo que permite a las empresas que realizan esta operación obtener materia prima de alta calidad a bajo precio; lo mismo sucede con el material celulósico aprovechando en muchas ocasiones en los aserraderos.

Es importante hacer notar que en la información proporcionada los costos de producción generalmente son inflados, en gastos como obras sociales, medicina, etc., principalmente en lo que se refiere a la materia prima y que recae en las empresas ejidales, pero ésto les permite obtener una ganancia extra que no se da en la derrama directa por mano de obra.

Existen empresas ejidales que aun teniendo instalados aserraderos propios están vendiendo la madera en rollo, lo que resulta paradójico, si lo que se busca es la participación del sector social en el aprovechamiento de sus recursos (manejo, producción, administración, comercialización, etc.).

El costo de producción en el proceso de aserrío representa el 20% del costo total en las industrias ejidales por un 15% del sector privado.

Del costo mencionado en el punto anterior la mano de obra directa representa para ambos casos un 11% en promedio, con variaciones de 7% a 18% a 20% en las empresas privadas y ejidales respectivamente.

Como se puede observar, la diferencia de gastos entre unas y otras empresas se marca en el rubro de gastos indirectos o de fabricación en que las empresas del sector social están en desventaja con la empresa privada, con un 5% del costo total, lo que representa un porcentaje importante aunque con una explicación lógica ya que este concepto comprende entre otras cosas personal de apoyo a la producción, que en el caso de las empresas ejidales en el que uno de los objetivos es el reparto equitativo de la riqueza, se representa con mucha frecuencia, es decir, se trata de generar empleos para la mayor parte de los integrantes del ejido.

En lo que respecta al costo de distribución que en el caso de la madera se refiere básicamente al flete, debido a que los demás gastos son absorbidos ya sea en los costos de materia prima o el del proceso de aserrío; aunque la gran mayoría de las industrias, venden L. a B. de la misma, en que ésto no sucede, vuelve el transporte a ser un fuerte gasto en la participación del costo total representando en esta ocasión un 26% en promedio.

La venta de madera aserrada se realiza generalmente en forma "mil rum" en un porcentaje de aproximadamente 79% presentándose esta situación con mayor frecuencia en las empresas ejidales.

Cabe mencionar que dentro de la contabilidad de los costos de producción, los aspectos de depreciación de maquinaria y equipo, así como la amortización de los mismos son rubros importantes que en la industria de aserrío, principalmente la ejidal, no considera en sus programas de producción.

Un factor que no ha sido considerado en los costos de producción de madera aserrada así como en los bajos coeficientes de aprovechamiento son los refuerzos y lo excesivo de los mismos, ya que no solamente se les dá el refuerzo marcado por la ley, sino que, generalmente excede en un buen porcentaje a éste se presenta no únicamente en la madera aserrada sino también en la trocería y que representa producción lograda más no acreditada.

Por último, en lo que respecta a la utilidad, ésta es variable con porcentajes que van de 20% a 53% en las empresas ejidales; para las industrias del sector privado no se calculó debido a que no proporcionaron datos relativos a precios de venta, aunque se puede considerar que estén en el mismo rango o aún más alto.

CONCLUSIONES

Como ya se mencionó en los resultados, el principal problema y mayor gasto en la industria de aserrío es el flete, afectado directamente por la escasa infraestructura vial en las regiones forestales, viéndose además que lo destinado a la ampliación de la red caminera o conservación de los mismos, en los detalles de trabajo, principal fuente de información, es mínimo, por lo que se hace necesario que las personas encargadas de elaborar estos detalles hagan un análisis a fondo de la situación y le den a este punto la importancia del caso; se menciona el detalle de trabajo por ser la forma en que se trabaja en las empresas ejidales sin olvidar que la mayor superficie forestal, así como del volumen anualmente aprovechado está en manos de éstos. También es importante mencionar que si como se dijo anteriormente, estas empresas tienen mayores gastos indirectos por ocupar más personal al tratar de generar empleos en el sector rural, la mejor forma de aprovechar esta situación es hacer o mantener los cambios, a la vez que se emplea mano de obra local y se hace una derrama económica en la región.

Es importante un mayor control por parte de las autoridades en lo que se refiere al pago de Derecho de Monte de acuerdo a los productos por obtener, ya que en la actualidad es muy fácil manejar trozas de buena calidad a precios

inferiores a lo marcado oficialmente; además le implica al productor dejar de ganar dinero, al vender trozas de calidad superior, baratas.

Esto podría evitarse al capacitar en la clasificación sencilla de la trocería de acuerdo al uso final que se le vaya a dar, ya sea triplay, aserrio o celulosa.

El aspecto socio-económico de los pobladores en las regiones forestales es un factor importante que influye en el bajo grado de mecanización, elevando en forma considerable los costos de producción al realizar labores de extracción en forma manual con bajos rendimientos, en comparación con los alcanzados por la maquinaria y equipo especializado.

Parece ser que los precios de la madera en general, cuentan con un mercado libre de oferta y demanda que influye decididamente en la fijación de los mismos, aún sin criterios definidos, por lo que se hace necesaria la participación de quien corresponda para que fije normas a seguir en este caso.

En general existe un gran descontrol administrativo principalmente en las empresas del sector social en relación en los gastos, producción, abastecimiento, etc., por lo que es necesaria la capacitación del personal encargado de esta función que les permita realizarla en la forma más adecuada.

LITERATURA CITADA

1. REYES PÉREZ, E. 1977. CONTABILIDAD DE COSTO. 2ª. Ed. México, Limusa, 185 p.

Figura 2. Porcentaje en costos de producción de madera aserrada.

EMPRESAS EJIDALES.	COSTO DE LA MATERIA PRIMA	COSTOS DE PROCESO POR ASERRIO		COSTO DE DISTRIBUCION	COSTO TOTAL	PRECIO DE VENTA	UTILIDAD
		MANO DE OBRA DIRECTA	GASTOS INDIRECTOS O DE FABRICACION.				
1	75	17	8	L. A. B. IND.	100	148	48
2	78	11	11	L. A. B. IND.	100	120	20
3	74	20	6	L. A. B. IND.	100	153	53
4	65	16	19	L. A. B. IND.	100	132	32
5	49	15	15	21	100	135	35
6	53	13	4	30	100	Variable	
7	60	9	4	27	100	123	23
8	100	Venta de madera en rollo			100	150	50
9	100	Venta de madera en rollo			100	141	41
10	62	8	24	6	100	109	9
\bar{X}	54	11	9	26	100		
Privadas							
1	87	7	6	L. A. B. IND.	100	No se proporcionó	
2	91	5	4	L. A. B. IND.	100	Variable	
3	79	18	3	L. A. B. IND.	100	Variable	
\bar{X}	85	11	4	L. A. B. IND.	100	--	

Figura 3.- Porcentajes en costos de materia prima.

EMPRESA	CORTE Y TROCEO	ARRASTRE Y CARGA	CAMINOS	FLETES	DERECHO DE MONTE	SERVICIOS TECNICOS	ADMINISTRACION	IMPUESTOS	TOTAL
1	6	10	10	26	28	17	3	-	100
2	8	25	4	29	17	7	8	2	100
3	12	14	5	33	29	6	1	-	100
4	9	14	15	27	26	5	4	-	100
5	4	12	7	37	27	6	7	-	100
6	10	12	13	37	15	5	8	-	100
7	7	10	15	28	14	8	12	5	100
8	13	15	9	24	20	13	6	-	100
9	14	14	3	14	25	14	14	2	100
10	5	24	14	36	13	5	2	-	100
11		13	14	51	13	3	5	1	100
12		12	14	54	14	3	3	-	100
\bar{X}	8	13	11	33	19	7	6	3	100

EL USO DE SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA (GIS) EN EL MANEJO DE LA FAUNA SILVESTRE

Gilberto Chávez León*

RESUMEN

Se realizó una revisión de literatura para conocer el uso de los Sistemas de Información Geográfica (Geographic Information System: GIS) en el manejo de la fauna silvestre. Algunas agencias de recursos naturales internacionales y de los Estados Unidos de América están usando GIS para resolver problemas de la fauna silvestre con relación espacial, principalmente evaluaciones del hábitat. Aunque el método más usado para la captura de datos ha sido la digitalización manual o automática de mapas existentes, una nueva tecnología está facilitando la integración de sensores remotos y técnicas de radio telemetría con GIS, que permite reducir en gran medida los costos y el tiempo necesario para la captura de datos. El uso de GIS en el manejo de la fauna silvestre permite mayor eficiencia, flexibilidad y precisión que las técnicas manuales o mecánicas.

INTRODUCCION

Uno de los objetivos importantes en la investigación y manejo de la fauna silvestre es identificar, evaluar, mapear y manejar comunidades vegetales como hábitat para poblaciones animales, aspectos que generalmente han sido realizados con técnicas manuales o mecánicas, lo cual se dificulta en terrenos inaccesibles y además por falta de herramientas adecuadas y económicas para inventarios de grandes unidades ecológicas y la ausencia de sistemas apropiados para el almacenamiento, manejo y recuperación de datos (Mayer, 1984).

*Biólogo y M. en C. Investigador de la Red de Domesticación del Campo Experimental Uruapan, CIFAP-Michoacán, INIFAP.

Los rápidos avances en las áreas de la computación y de los sensores remotos han permitido disponer de herramientas más adecuadas para la colección, clasificación, manejo y análisis de datos espaciales, son las principales ventajas de los Sistemas de Información Geográfica (Geographic Information Systems: GIS).

Un GIS, para ser considerado un sistema de software, tiene que incluir como componentes principales los siguientes subsistemas: (1) captura de información, (2) almacenamiento y recuperación de datos, (3) manipulación y análisis de datos y (4) reporte de datos que deben funcionar eficientemente (Marble, 1987). Las funciones de estos cuatro componentes se definen de la siguiente manera de acuerdo a Marble y Peuquet (1983):

1) Captura de datos. Mezcla de operaciones manuales y automáticas de digitación junto con actividades asociadas de limpieza y edición de datos.

2) Almacenamiento y recuperación de datos. Creación inicial de la base de datos especial junto con operaciones subsecuentes de actualización y consulta de la misma.

3) Manipulación y análisis de datos. Creación de variables compuestas por medio de actividades de procesamiento dirigidas hacia atributos espaciales y no espaciales de las entidades del sistema.

4) Reporte de datos. Creación de reportes tabulares y cartográficos que reflejan una recuperación y manejo selectivos de entidades dentro de la base de datos.

El GIS se distingue de otros sistemas de información (por ejemplo, Sistemas de Información Administrativa (MIS) para aplicaciones de negocios) por su enfoque explícito en entidades e interrelaciones espaciales. Los biólogos de la fauna silvestre están empezando a usar la tecnología GIS conscientes de sus ventajas como una herramienta poderosa y eficiente para la solución de problemas de la fauna silvestre con relación espacial y temporal. Los principales usuarios son manejadores e investigadores del hábitat de la fauna silvestre, aunque su uso se está extendiendo a áreas tales como el estudio de poblaciones faunísticas y especies en peligro de extinción.

El propósito de este trabajo es contribuir a difundir en México la tecnología de Sistemas de Información Geográfica partiendo de una revisión de literatura de los resultados y problemas encontrados durante el uso de GIS en el manejo de la fauna silvestre en el extranjero, ya que esta tecnología es poco conocida en México.

Serán presentadas tres diferentes áreas de interés: (1) el uso de GIS por agencias de recursos naturales, nacionales y estatales de los Estados Unidos de América; (2) la interacción de alta tecnología (Sensores Remotos y Radio Telemetría) con GIS; y (3) sus aplicaciones específicas.

USO DE GIS POR AGENCIAS DE RECURSOS NATURALES

El Global Resources Information Database (GRID) del Programa del Medio Ambiente de las Naciones Unidas (UNEP), usó un GIS (ARC/INFO) para la colecta y procesamiento de datos globales del medio ambiente a varios niveles (Simonett, 1988). Una de sus aplicaciones en el manejo de la fauna silvestre fue describir el número, distribución y tendencia de las poblaciones del elefante africano (*Loxodonta africana*). Una variedad de mapas temáticos tales como áreas protegidas, vegetación población y precipitación pluvial, fueron combinados con información sobre la cantidad de elefantes para desarrollar un modelo sobre la densidad. Este modelo fue usado para estimar densidades en áreas donde sus números no se conocían previamente. Como resultado, la información final fue usada por diferentes países africanos para establecer cuotas para el comercio de marfil antes de su veda internacional en 1989.

El Servicio de Pesca y Fauna Silvestre (Fish and Wildlife Service FWS) de los Estados Unidos usa GIS entre una variedad de herramientas de cómputo para ayudar a resolver problemas relacionados con el habitat. Los usos del GIS en este caso, incluyen la revisión y evaluación de áreas de conflicto para el desarrollo de recursos naturales y las alternativas de manejo, proveer información para modelos de habitats, modelos de vulnerabilidad, entre otros. (LaRoe *et al.* 1983), quienes destacan que la posibilidad de fusionar el GIS con otras herramientas de cómputo empleadas por el FWS y sus beneficios; sin embargo, señalan que las herramientas desarrolladas deben ajustarse al conocimiento biológico y no limitarse a las necesidades de la tecnología.

Uno de los primeros intentos para evaluar el GIS en el manejo de la fauna silvestre fue hecho por el FWS (Salmen, 1977). El objetivo de evaluar los sistemas

de Información Geográfica capacidad operacional que aceptara, almacenara, manipulara y produjera datos especialmente relacionada con el fin de ser empleados en una variedad de programas del FWS. Salmen *et al.* (*op. cit.*) compararon las capacidades operacionales de 54 sistemas existentes de software y bases de datos geográficas. En esa comparación de GIS se consideraron dos criterios: a) críticos operacionales referidos a las características generales del hardware y software de un programa particular y b) criterios funcionales referidos a la función de lógica real o tareas efectuadas por un software específico.

El National Wetlands Inventor y Project del FWS está construyendo una base de datos nacionales de áreas pantanosas con referencia geográfica usando con GIS (Gebhard, 1987). El GIS comprende tres sistemas principales: (1) el Sistema de Mapeo Analítico de Areas Pantanosas (Wetlands Analytical Mapping System: WAMS) el cual es un sistema de manejo que sirve como digitalizador editor y base de datos, (2) el Sistema Estadístico y de Sobreposición de Mapas (Map Overlay and Statistical System: MOSS), que se emplea para recuperar, analizar y desplegar mapas, y (3) el Sistema de Producción Cartográfica (Cartographic Output System: COS), que es un sistema de despliegue cartográfico.

El Servicio de Parques Nacionales (National Park Service: NPS) no tenía hasta 1983 grandes sistemas centralizados de computación de información o bases de datos en el área de manejo e investigación de fauna silvestre (Frondorf, 1983). En su lugar, los parques tenían que desarrollar sus propios sistemas en forma particular. Por ejemplo, el Parque Nacional Redwood del norte de California, desarrolló un GIS que produce mapas de localización de osos negros (*Ursus americanus*) en relación a tipos de vegetación y fisiografía (Frondorf, 1983).

Whitehead (1983) reportó la intención de la Tennessee Wildlife Resources Agency para reemplazar su Manejo de Información por Cuadrículas (Information Management on a Grid Cell System: IMGRID), por un GIS moderno a fin de dar respuesta a cuatro necesidades básicas de información en fauna silvestre: (1) utilización del habitat por especies para reproducción, alimentación y anidación, (2) disponibilidad de habitats, (3) localización del habitat y (4) efectos en la diversidad y abundancia de hábitat a corto y largo plazo.

Otra agencia estatal que emplea GIS es la División de Fauna del Estado de Colorado. Su objetivo de aplicación es la captura, almacenamiento, recuperación,

despliegue y análisis de información computarizada de mapas en la distribución y habitats de la fauna silvestre regional (Shrup, 1983).

SENSORES REMOTOS, RADIO TELEMETRIA Y GIS

Los sistemas de información geográfica son poderosas herramientas para el manejo y análisis de datos espaciales. Los sistemas de sensores remotos son también importantes herramientas para la colecta y clasificación de datos espaciales. Sin embargo, los GIS han utilizado mapas existentes como su fuente primaria de datos espaciales. Estos documentos son digitalizados en forma manual (tableta) o automática (scanner) y registrados en la base maestra de datos espaciales del GIS. Aunque muchos de esos mapas son derivados de fotografías aéreas, también se puede hacer uso de datos digitales de sensores remotos, espacialmente de datos obtenidos por plataformas espaciales, como fuente directa (Marble y Peuquet, 1983).

La integración de sensores remotos y GIS está siendo una práctica común para las evaluaciones del habitat de la fauna silvestre. Williams *et al.* (1983) emplearon un GIS (Task Oriented Multipurpose Information System: TOMIS) y fotografía aérea en Pennsylvania para caracterizar los lugares utilizados por gallos de bosques (*Bonasa umbellus*) para atraer hembras y para desarrollar técnicas de análisis de datos espaciales para la caracterización de su habitat. Esto fue realizado en términos de la composición y arreglo espacial de los tipos de hábitat. Williams *et al.* (1983) concluyeron que el uso de un sistema geográfico de información incrementó la efectividad del análisis del hábitat del gallo de bosque.

Uno de los principales factores causantes de la declinación del cóndor de California (*Gymnogyps californicus*) fue la pérdida en extensión y calidad de su habitat. Scepan *et al.* (1987) emplearon la tecnología de Gis para almacenar, recuperar y desplegar una base de datos espacial y digital conteniendo variables del habitat de cóndor, tales como uso del suelo, propiedad de la tierra y topografía, así como para hacer un modelo predictivo de la distribución del habitat remanente. Basados en un estudio piloto exitoso, los autores propusieron una base de datos para mapear totalmente el área de distribución histórica del cóndor al sur de California. Identificaron 22 variables del habitat que son importantes para el cóndor de California y que servirían como estratos de datos en el GIS. La cobertura del suelo sería mapeada empleando el Mapeador Temático Landsat en forma de diapositivas de falso color. Scepan *et al.* (1987) concluyeron que su trabajo preliminar en la recopilación de datos del hábitat y

en la integración de observaciones de campo en un formato GIS demostró que un sistema geográfico de información permitiría una identificación y análisis mucho más eficiente del hábitat del cóndor que aun queda.

Stenback *et al.* (1987) construyeron un mapa de hábitats adecuados para venado intergrando datos disponibles de propiedad del suelo, límites de áreas de distribución de invierno, elevación, pendientes, aspecto, suelos y tipos de vegetación, todo esto derivado de datos digitales del Landsat Thematic Mapper en un GIS. EL área de distribución en invierno del Eastern Tehamna Deer Herd (venado cola negra, *Odocoileus hemionus columbianus*) fue seleccionada como el área piloto para el desarrollo del GIS debido a que es un área pequeña que requiere menos espacio para el almacenamiento de datos. Las principales características de este sistema incluyeron: (1) integración de sensores remotos y un GIS, (2) integración de modelos del hábitat de la fauna y un GIS, (2) integración de modelos del hábitat de la fauna y un GIS y (3) utilización de datos existentes provenientes de otros GIS. Stenbhack *et al.* (1987) enfrentaron problemas relacionados con la resolución de las imágenes Landsat.

La planta preferida como alimento (*Ceanothus cuneatus*) se encontraba en masas más pequeñas que un pixel (unidad mínima de resolución de una imagen digital de satélite) y no podía ser identificada. Empleando el GIS, otros estratos asociados con la vegetación pudieron ser considerados, como el estrato de datos del suelo. Los autores concluyeron que hay un intercambio de ventajas entre el nivel de detalle y el tamaño del área estudiada. Es decir, el GIS tiene un mayor impacto sobre áreas grandes donde la planeación es difícil usando tecnología convencional.

La radio telemetría, una valiosa herramienta para los investigadores de la fauna silvestre, suministra información sobre la localización de un animal, su área de actividad y su preferencia de hábitat, lo que permite comparar su disponibilidad con el uso real del mismo. Koeln (1983) integró un sistema computarizado de radio telemetría (TELEM) con un GIS para contestar preguntas acerca de la distancia de la localización de un animal desde la orilla del hábitat, el tamaño mínimo de islas de hábitat a ser utilizadas y las distancias máximas entre la localización de un animal y los diferentes tipos de hábitat preferidos. La tarea más difícil fue el mapeo inicial de los tipos de hábitat y la digitalización de los mismos. Los ejemplos de los tipos de mapas que se pueden producir incluyen la distancia al camino más próximo, la distancia al cuerpo de agua más cercano, la distancia al límite del bosque más cercano, la distancia al cultivo agrícola más próximo y el tamaño de los bosques adyacentes. Una vez que el GIS tiene estos mapas, TELEM suministra al usuario un archivo que describe la localización de cada animal en términos de coordenadas geodésicas y de los valores del hábitat

en cada localidad. Además, por cada área de actividad calculada conoce la cantidad de hectáreas de los diferentes tipos de habitat que ésta contiene. Koeln (1983) concluyó que la eficiencia de los estudios de radio telemetría se incrementa cuando se integran con sistemas de información geográfica.

El departamento de Fauna Silvestre del Estado de Washington desarrolló un sistema geográfico para facilitar evaluaciones del habitat de la fauna. El Sistema incluyó la integración de datos Landsat y un programa de radio telemetría (HOMERANGE) en un GIS (Young *et al.*, 1987). En este proceso se producen tres estratos de datos espaciales empleando ARC/INFO: (1) localización de los animales por telemetría, (2) polígonos de áreas de actividad y (3) cobertura del suelo derivado de Landsat. Estos datos pueden ser examinados e interrelacionados empleando las herramientas analíticas del GIS. Como un ejemplo de la aplicación del sistema, Young *et al.* (*op. cit.*) emplearon la localización de búhos moteados (*Strix occidentalis*) por radio para evaluar su preferencia de habitat. Los bosques antiguos de coníferas fueron usados más allá de la proporción a su disponibilidad, mientras que ningún otro tipo de habitat fue usado aproximadamente a la proporción de su disponibilidad. El principal problema que Young *et al.* (1987) encontraron al desarrollar su sistema fue la necesidad de transferir los datos entre subsistemas (de HOMERANGE a ARC/INFO) por medio de un archivo ASCII. Ellos propusieron reescribir las secciones de entrada/salida del programa HOMERANGE para permitirle leer las coordenadas directamente de puntos de cubierta de ARC/INFO y escribir coordenadas de polígonos directamente a polígonos de cubierta de ARC/INFO. Al mismo tiempo, trabajaron para desarrollar una interfase más eficiente entre ARC/INFO y SAS (Statistical Analysis System).

OTRAS APLICACIONES

El uso del Map Analysis Package (MAP) en la evaluación del habitat del venado fue demostrado por Tomlin *et al.* (1987) basados en datos de conteo de grupos de excremento de venado (*Odocoileus hemionus*). Su objetivo fue examinar la relación entre la cantidad de grupos de excreta y factores asociados con el contexto espacial de cada sitio de muestreo. Estos factores fueron: la cobertura del suelo, proximidad a rasgos físicos del sitio y tipo de diversidad de la cobertura del suelo. La codificación de los datos fue la tarea más costosa y que consumió más tiempo. Además, se encontró un problema en la falta de independencia estadística entre sitios de muestreo, limitando así la habilidad para sacar conclusiones acerca de la población de venados (Tomlin *et al.*, 1987).

Otro ejemplo del uso de ARC/INFO es la integración de la ecología del paisaje y GIS ejemplificado por Risser y Brigham (1984). Su proyecto involucró muestreo de campo, análisis con GIS y despliegue de datos obtenidos de paisajes heterogéneos. Los datos incluyeron mapas de área de actividad, información tabular de requerimientos de habitat y mapas estratificados sintéticos de compatibilidad del paisaje. Risser y Brigham (1984) concluyeron que el estatus ecológico de un paisaje puede ser determinado de acuerdo a varios atributos geográficos para describir los requerimientos específicos de habitat de organismos a través de su ciclo de vida.

CONCLUSION

De esta revisión de literatura se puede concluir que en un amplio rango de aplicaciones de sistemas de información geográfica en el manejo de la fauna silvestre, surgieron pocos problemas, siendo los más frecuentes la codificación y digitalización de los mapas base, lo cual es una tarea que consume mucho tiempo. Otra dificultad tiene que ver con la interfase de programas de radio telemetría y datos Landsat con sistemas GIS. Sin embargo, esos son obstáculos menores que están siendo resueltos y su integración es considerada una gran ventaja. La conclusión general de los artículos revisados es que los sistemas de información geográfica ayudan a resolver problemas de manejo de la fauna silvestre con relación espacial permitiendo mayor eficiencia, flexibilidad y precisión.

LITERATURA CITADA

- Frondorf, A. 1983. Use of computers in fish and wildlife programs on the National Park Service. Pp. 227-281 in National Workshop on Computer Uses in Fish and Wildlife Programs, Virginia Poly. Inst. and State Univ.
- Gebhard, R. L. 1987. The National Wetlands Inventory. pp.98-101 in Proceedings of the 1987 Geographic Information Systems Workshop, ASP&RS.
- Koeln, G. T. 1983. Updates to program TELEM. Pp. 93-100. In National Workshop on Computer Uses in Fish and Wildlife Programs, Virginia Poly. Inst. and State Univ.
- LaRoe, E. T., S. R. Amend, R. R. Ader, J. B. Johnston, and M. L. Schamberger. 1983. Solving habitat related problems using computer assisted tools. Pp. 112-119. In National Workshop on Computer Uses in Fish and Wildlife Programs, Virginia Poly. Inst. and State Univ.

- Marble, D. F. and D. J. Peuquet. 1983. Geographic Information Systems and Remote Sensing. Pp. 923-950. In R. H. Colwell (ed.), *Manual of Remote Sensing*l. Vol. 1, Am. Soc. of Photogrammetry. Falls Church, VA.
- Marble, D. F. 1987. Geographic Information Systems: an overview. Pp. 2-8. In W. J. Ripple (ed.), *Geographic Information Systems for Resource Management: a Compendium*, ASP&RS.
- Mayer, K. E. 1984. A review of selected remote sensing and computer technologies applied to wildlife habitat inventories. *Calif. Fish and Game*, 70:101-112-
- Risser, P. G. and W. V. Brigham. 1984. Natural history information in landscape ecological data bases. In J. Brandt and P. Agger (eds.), *Proceedings of the First International Seminar on Methodology in Landscape Ecological Research and Planning*, Theme III: Methodology of Data Analysis.
- Salmen, L. J., *et al.* 1977. Comparison of selected operational capabilities of fifty-four Geographic Information Systems. U.S. Fish & Wildlife Service, FWS/OBS-77/54. 25pp.
- Scepan, J., F. Davis, and L. L. Blum. 1987. A Geographic Information System for managing California condor habitat. pp. 476-486. In: *Proceedings of the 1987 Geographic information System Workshop*, ASP&RS.
- Shrup, D. L. 1983. Computer uses at the Colorado Division of Wildlife. Pp. 220-241. In: *National Workshop of Computer Uses in Fish and Wildlife programs*, Virginia Poly. Inst. and State Univ.
- Simonett, O. 1988. Using Geographic Information Systems in a global context: the Global Resource Information Database (GRID). In: *ARC/INFO Users Conference*, ESRI.
- Stenback, J. N., *et al.* 1987. Application of remote sensed digital data and a GIS in evaluating deer habitat suitability on the Tehama deer winter range. Pp. 440-445 in *Proceedings of the 1987 Geographic Information Systems Workshop*, ASP&RS:
- Tomlin, C. D., S. H. Berwick, and S. M. Tomlin. 1987. The use of computer graphic in deer habitat evaluation. pp.211-218 in W. J. Ripple (ed.), *Geographic Information Systems for Resource Management: a Compendium*, ASP&RS:
- Whitehead, C. J. 1983. Status of Tennessee fish and wildlife database. Pp.209-211. In *National Workshop on Computer Uses in Fish and Wildlife Programs*, Virginia Poly. Inst. and State Univ.

- Willians, S. A., W. L. Myers, and G. L. Storm. 1983. The application of a Geographic Information System for ruffed grouse habitat analysis. P.313. In National Workshop on Computer Uses in Fish and Wildlife Programs, Virginia Poly. Inst. and State Univ.
- Young, T. N., J. R. Eby, H. L. Allen, M. J. Hewitt, and K. R. Dixon. 1987. Wildlife habitat analysis using Landsat and radio telemetry in GIS with application to spotted owl preference for old-growth. pp.595-600 *In*: Proceedings of the 1987 Geographic Information Systems Workshop, ASP&RS.

CARACTERISTICAS DEL AILE (*Alnus jorullensis* HBK ssp. *jorullensis*)
EN EL VALLE DE MEXICO

Cecilia Nieto de Pascual Pola*

Marisela C. Zamora-Martínez**

RESUMEN

Se revisó la distribución actual de la especie *Alnus jorullensis* HBK ssp. *jorullensis* (aile) en el Valle de México, mediante un método de muestreo dirigido y sistemático a partir de los datos obtenidos en la literatura y las etiquetas de los ejemplares de herbario. Las unidades de trabajo fueron de 1/10 de hectárea. Se realizó la colecta botánica y se tomaron los datos ecológicos de cada sitio y dasométricos del arbolado presente.

Los resultados indican densidades irregulares para la especie de interés, en función de la pendiente, altitud y exposición. Destaca la ausencia de poblaciones en algunas de las localidades registradas anteriormente, por cambio de uso del suelo.

ABSTRACT

A survey on the present distribution of *Alnus jorullensis* HBK ssp. *jorullensis* in the Valley of Mexico was made following a directed and systematic sampling method, based upon the data reported by bibliography and the material collected by several Herbaria. Sampling units were fixed at 1/10 ha. A botanic collection was made and ecological and dasometric data were taken.

* Bióloga y Maestra en Ciencias. Investigadora del CIFAP-D.F., INIFAP.

** Bióloga. Investigadora del CIFAP-D.F., INIFAP.

Results show irregular forest densities in regard to altitude, exposure and slope. Some of the previously reported stands have no trees at present, which might come from changes on land use.

INTRODUCCION

La restauración de la cubierta forestal en las montañas del Valle de México ha constituido una actividad principal para las autoridades estatales competentes, por su repercusión en la calidad del aire para los núcleos de población del Distrito Federal y zona conurbada.

El material biológico introducido en las diversas campañas de reforestación practicadas en la zona se reduce, en forma predominante, a especies de pináceas; sin embargo, es interesante proponer a otros taxa, como son las hojosas, en virtud de que el uso actual de la zona es de conservación. La presencia de latifoliadas es importante, particularmente, en la Sierra del Ajusco, ya que el bosque mezclado se estima en un 70% de la cobertura forestal total (Nieto de Pascual, 1987a).

Margalef (1981) plantea que la invasión en sentido altitudinal y latitudinal por latifoliadas es común en bosques aciculares debido a su inherente carácter colonizador, y porque el bosque bajo tratamiento fuerza artificialmente la permanencia de las coníferas, aun cuando en condiciones naturales son sustituidas por las hojosas.

El manejo tecnificado de las latifoliadas en las serranías que circundan el D.F., específicamente en la Sierra del Ajusco, se contempla como una posible alternativa de recuperación, por su significativa abundancia en la zona, y en función del prevaleciente deterioro ambiental, que tiende a agravarse.

De las latifoliadas, el ailce (*Alnus jorullensis* HBK ssp. *jorullensis*) es la especie de mayor frecuencia en la Sierra del Ajusco, en relación a las coníferas (Nieto de Pascual, *op.cit*), con las que comparte su habitat, dentro de un amplio intervalo altitudinal (2,600-3,600 msnm). Se le identifica como el eslabón sucesional de la comunidad de oyamel (*Abies religiosa* [H.B.K.] Schl. et Cham.) (Rzedowski, 1979a); se le atribuye resistencia al fuego (Ern, 1976) y capacidad de fijación del nitrógeno, lo que es muy conveniente si se considera la recurrencia anual de quemas en la zona.

Con la realización de estudios ecológicos y genéticos sobre el aile, se pretende orientar su propagación para evitar una invasión desmedida hacia las comunidades de coníferas del D.F. por su carácter alelopático (Anaya L., *et al.*, 1987).

Con base en lo anterior, se planteó el siguiente objetivo:

Caracterizar el habitat de la especie en el Valle de México, con el fin de reconocer un patrón de condiciones ecológicas propias.

ANTECEDENTES

La información relativa a la especie es escasa, y se reduce a menciones sobre su presencia en diversos tipos de comunidades biológicas.

Rzedowski (1978) en su obra *Vegetación de México*, dedica un capítulo al aile; así, el mismo autor hace su descripción taxonómica en la *Flora Fanerogámica del Valle de México* (1979). Lo mismo sucede con Oscar Sánchez (1968) y Matuda y Martínez (1979) para el Estado de México.

Cabe destacar que los estudios indicados se refieren a la especie como *Alnus firmifolia* Fern.; sin embargo, Furlow (1979 a y b) designa a la especie como una subespecie de *A. jorullensis* en función de la proximidad de sus características morfológicas con valor taxonómico.

METODOS Y MATERIALES

Se realizó la revisión bibliográfica orientada hacia la distribución de la especie de interés en el Valle de México; paralelamente, se consultaron los ejemplares de herbario de las colecciones del actual Campo Experimental Coyoacán-INIFAP "Biól. Luciano Vela Gálvez" (INIF), del Instituto de Biología [MEXU], y de la Facultad de Ciencias (FACME), ambos de la Universidad Nacional Autónoma de México; de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional (ENCB), y el de la Universidad Autónoma Chapingo (CHAPA).

Se utilizó la cartografía de la Secretaría de Programación y Presupuesto escala 1:50,000 (INEGI, 1987), para situar las localidades registradas tanto en la literatura como en los ejemplares de herbario.

En función de lo anterior, se realizaron varios recorridos de campo, para verificar las existencias de la especie en cuestión; de las 13 localidades inicialmente consideradas, se trabajó en nueve de ellas. (Fig. 1).



Figura 1.- Localidades de aile en el Valle de México.

En las localidades seleccionadas, fueron delimitados de 2 a 3 sitios de 1000 m² cada uno, dependiendo de su extensión; en cada sitio se hizo un levantamiento fitoecológico y dasométrico, aplicando el método propuesto por Madrigal (1976), y se efectuó la colecta botánica de los ejemplares presentes en cada 1000 m² muestreados, siguiendo las técnicas convencionales (Vela *et al.*, 1982). El material identificado se prensó, se secó e identificó mediante el uso de las fuentes bibliográficas para el Valle de México (Rzedowski y Rzedowski, 1979, 1985; Sánchez, 1968; Matuda y Martínez, *op.cit.* y Reiche, 1977), y las tradicionalmente consultadas para la flora de México (Standley & Stayermark, 1952; Lawrence, 1962). El material determinado y debidamente herborizado se incorporó a la colección del Herbario Nacional Forestal (INIF).

RESULTADOS Y DISCUSION

La caracterización del habitat de la especie *Alnus jorullensis* HBK ssp. *jorullensis* en el Valle de México se presenta en términos de variables ecológicas, vegetación, dasometría y suelos.

1. Variables ecológicas.

A. jorullensis ssp. *jorullensis* es una especie que, en la cuenca del Valle de México ha desarrollado bosquetes de masas puras, en aquellos parajes en los que las coníferas han sido desplazadas; su densidad poblacional media es de 40 árboles por hectárea. Sin embargo, lo más común es observar comunidades de masas mezcladas con pinos, donde su densidad forestal puede superar la correspondiente a las aciculares, por un principio de colonización masiva.

Así, al establecer las correlaciones entre las variables ecológicas (altitud, exposición y pendiente) y la densidad poblacional, se obtuvo lo siguiente:

La mayor densidad forestal se da entre los 2410 y los 3210 msnm, sin haberse definido significancia; este resultado contrasta con lo obtenido en un estudio preliminar (Nieto de Pascual, 1987 b), donde se confirmó una dependencia entre los valores altitudinales más bajos y la presencia del aile, lo que consecuentemente, corroboró la fuerte asociación con *Pinus montezumae*. En esta ocasión en particular, la discrepancia de los resultados puede obedecer a que una proporción importante de la muestra no quedó en sitios de altitudes bajas; sin embargo, el hecho de que una gran cantidad de árboles se ubiquen en este intervalo altitudinal, y que su presencia se verifique incluso en los bosques de

Pinus hartwegii se explica por la tendencia colonizadora de las latifoliadas, que en el caso del aile se identifica con numerosos grupos de árboles, lo que sugiere la estrategia R de generar muchos individuos aun cuando su calidad genética no sea óptima. No es de extrañar, entonces, que predominen los árboles cortos de altura (4 m) y de fustes muy delgados (8 cm) con aspecto arbustivo.

La exposición suroeste es favorable para el establecimiento de la especie, al haber resultado significativas las pruebas de correlación (Campbell, 1967). Lo mismo se advierte para la pendiente, que a mayor pendiente (30 a 40%), mayor densidad; esto confirma su tendencia sucesional (Cottam, 1980) en relación al oyamel, que vegeta preferentemente en laderas de pendientes acusadas (Madrigal, 1967, *op. cit.*) (Fig.2).

2.- Vegetación.

Por lo que respecta a la composición florística, en los sitios de muestreo se registraron 37 familias, 62 géneros y 81 especies. Las familias más diversas por número de especies fueron las Compuestas con 20, las Labiadas y las Solanáceas con cinco taxa cada una. En el Cuadro 1 se enlista la composición florística distribuida por familias (Fig.3).

Al considerar la disposición espacial, los bosques de *Alnus jorullensis* ssp. *jorullensis* se conforman hasta por cinco estratos verticales:

- Superior (3 a más de 15 m) representado por los oyameles y los pinos (*Abies religiosa*, *Pinus hartwegii*, *P. montezumae*), los cuales de manera mayoritaria alcanzan más de 15 m de altura.

- Medio superior (3 a 14 m) con elementos de aile y en ocasiones algunos encinos (*Quercus* spp.).

- Arbustivo (1 a 3 m) constituido por *Ribes ciliatum*, *Symphoricarpos microphylus* y ejemplares juveniles o suprimidos de aile.

- Herbáceo (15 cm a menos de 1 m) representado principalmente por Compuestas, Gramíneas, Solanáceas y Labiadas.

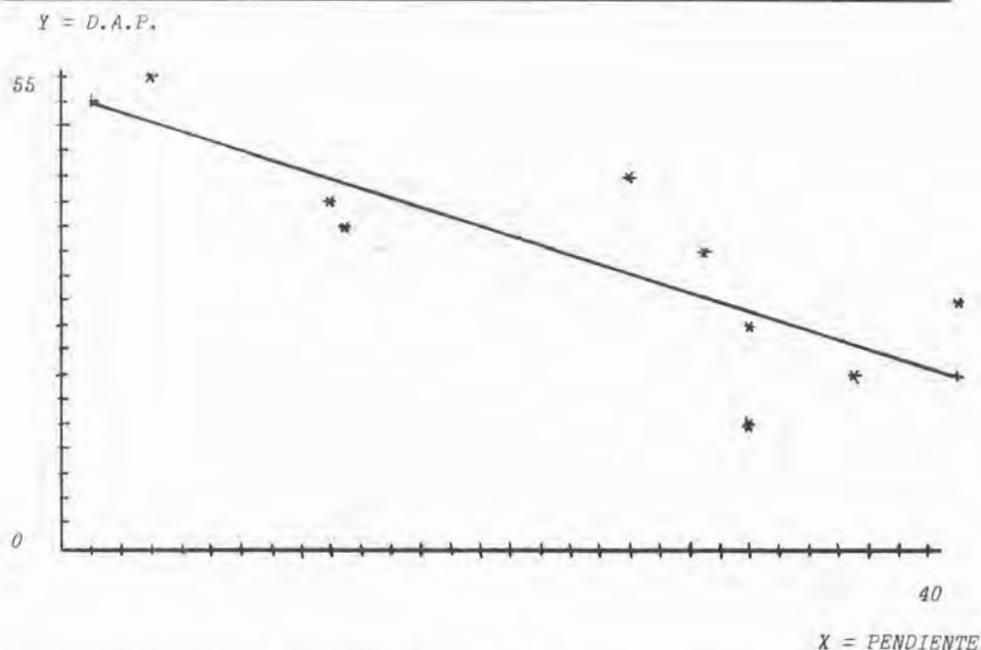


Figura 2.- Relación pendiente / D.A.P. del arbolado de *Alnus jorullensis* ssp. *jorullensis*

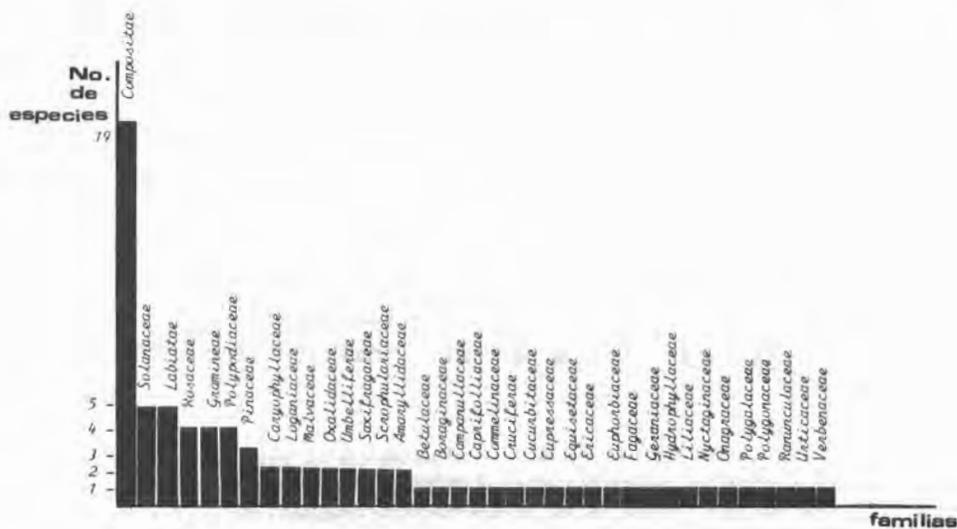


Figura 3.- Distribución de las familias vegetales por número de especies.

- Rasante (menor a 14 cm) conformado de manera mayoritaria por familias monoespecíficas (Cuadro 1).

La mayor diversidad florística se verifica en los estratos arbustivo y herbáceo, con 24.72% y el 21.35%, respectivamente, y es significativamente menor en los niveles superior e inferior, con el 11.24% y 12.69%, lo que es común en ecosistemas forestales de clima templado-frío por aspectos fitoestructurales.

La dominancia, ponderada por frecuencia, corresponde a las compuestas; sin embargo, al considerar la cobertura, resultan dominantes las gramíneas, que en conjunto aportan el 82.60%

Se verifica la presencia de renuevo de la especie de interés, en los estratos herbáceo y arbustivo, siguiendo una tendencia descendente hacia el arbóreo, en función de las tasas de reclutamiento que naturalmente tienden a reducirse por efectos de competencia.

A través del estudio se trabajó con una muestra de 638 árboles, cifra que se antoja muy reducida en términos de un bosque, lo que obedece a que su distribución en las localidades estudiadas es muy irregular. Así, por ejemplo, en algunas de las localidades, las existencias son nulas, como en El Oro (Nieto y Zamora, 1990), y en otras, rivaliza y aun supera el número de individuos respecto a las pináceas, como en algunos parajes de la Sierra del Ajusco. Es común encontrar parajes con menos de 10 ailes y ningún otro árbol en una hectárea.

3.- Dasometría.

En relación a las variables dasométricas, la altura mínima fue de 1.40 m, lo que es considerado un arbusto, partiendo del parámetro de 3.00 m para árbol (Hitchings, 1985). Los valores modales fueron entre 6 y 8 m, pero se detectaron alturas hasta de 18 m, lo que supera significativamente a los registrados para la especie (Sánchez, 1968).

Los diámetros normales o D.A.P. se distribuyen en un intervalo entre los 12 y los 18 cm; se encontraron algunos ejemplares con diámetros de 45 y 54 cm, lo que es inusitado, en función de los valores promedio que son alrededor de los 30 cm (Nieto de Pascual, 1987b). En algunos de estos casos, se observó que dichas cifras resultan de desarrollos fustales en anastomosis.

Cuadro 1. Composición florística de la comunidad de *Alnus jorullensis* ssp. *jorullensis* en el Valle de México

FAMILIA	ESPECIE
Amaryllidaceae	<i>Agave</i> sp.
Betulaceae	<i>Alnus jorullensis</i> HBK ssp. <i>jorullensis</i>
Boraginaceae	<i>Lithospermum distichum</i> Ort.
Campanulaceae	<i>Lobelia laxiflora</i> HBK.
Caprifoliaceae	<i>Symphoricarpus microphyllus</i> HBK
Caryophyllaceae	<i>Arenaria lanuginosa</i> (Michx.) Rohrb. in Mart.
Commelinaceae	<i>Commelina diffusa</i> Burm.
Compositae	<i>Archibacharis hirtella</i> Heering
	<i>A. hieraciifolia</i> var. <i>glandulosa</i> (Greenm) Jackson
	<i>Artemisia ludoviciana</i> ssp. <i>mexicana</i> (Willd.) Keck
	<i>Baccharis conferta</i> HBK.
	<i>Conyza</i> sp.
	<i>Erigeron karwinskiana</i> DC.
	<i>Eupatorium glabratum</i> HBK
	<i>E. petiolare</i> Moc. ex DC.
	<i>Eupatorium</i> sp.
	<i>Gnaphalium americana</i> Mill.
	<i>Gnaphalium</i> sp.
	<i>Senecio albonervius</i> Greenm.
	<i>S. cinerarioides</i> HBK.
	<i>S. roseus</i> Sch.Bip.
	<i>S. salignus</i> DC.
	<i>S. stoechadiformis</i> DC.
	<i>Senecio</i> sp.
	<i>Tagetes</i> sp.
	<i>Verbesina oncophora</i> Rob. & Seat.
Cruciferae	<i>Brassica campestris</i> L.
Cucurbitaceae	<i>Microsechium helleri</i> (Peyr.) Cogn.
Cupresseceae	<i>Cupressus lindleyi</i> Klotzsch.
Ericaceae	<i>Arbutus glandulosa</i> Mart. & Gal.
Equisetaceae	<i>Equisetum</i> sp.
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia furcillata</i> HBK.
Fagaceae	<i>Quercus</i> sp.
Geraniaceae	<i>Geranium seemanii</i> Peyr.
Gramineae	<i>Festuca tolucensis</i> HBK.
	<i>Muhlenbergia macroura</i> (HBK.) Hitchc.
	<i>Poa annua</i> L.
	<i>Stipa ichu</i> (Ruiz et Pavón) Kunth.
Hydrophyllaceae	<i>Phacelia platycarpa</i> (Cav.) Spreng.
Labiatae	<i>Cunila lythrifolia</i> Benth.

Cuadro 1.- Continuación

	<i>Salvia elegans</i> Vahl.
	<i>S. lavanduloides</i> Benth.
	<i>Salvia</i> sp.
	<i>Scutellaria carulea</i> Sessé & Moc.
Liliaceae	<i>Smilax moranensis</i>
Loganiaceae	<i>Buddleia cordata</i> HBK.
	<i>B. parviflora</i> HBK.
Malvaceae	<i>Kaernemalvastrum subtriflorum</i> (Lag.) Bates
Nyctaginaceae	<i>Boerhaavia</i> sp.
Onagraceae	<i>Oenothera purpusii</i> Munz.
Oxalidaceae	<i>Oxalis corniculata</i> L.
	<i>Oxalis</i> sp.
Pinaceae	<i>Abies religiosa</i> (HBK.) Cham. & Schl.
	<i>Pinus hartwegii</i> Lindl.
	<i>P. montezumae</i> Lamb.
Polygalaceae	<i>Monnina schlechtendaliana</i> D. Dietr.
Polygonaceae	<i>Rumex</i> sp.
Polypodiaceae	<i>Asplenium monanthes</i> L.
	<i>Athyrium</i> sp.
	<i>Cystopteris fragilis</i> Bernh.
	<i>Pleopeltis macrocarpa</i> (Bory ex Willd.) Kaulf.
Ranunculaceae	<i>Ranunculus</i> sp.
Rosaceae	<i>Acaena elongata</i> L.
	<i>Alchemilla procumbens</i> Rose.
	<i>Prunus persica</i> (L.) Sieb. & Zucc.
	<i>P. serotina</i> var. <i>capuli</i> (Cav.) Mc Vaugh.
Saxifragaceae	<i>Ribes ciliatum</i> H. & B.
	<i>R. microphyllum</i> HBK.
Scrophulariaceae	<i>Penstemon campanulatus</i> (Cav.) Willd.
	<i>P. gentianoides</i> (HBK.) Poiret
Solanaceae	<i>Cestrum anagyris</i> Dunal
	<i>Physallis orizabae</i> Dunalp
	<i>P. stapeloides</i> (Regel.) Bitter.
	<i>Solanum cervantesii</i> Lag.
	<i>S. demissum</i> Lindl.
Umbelliferae	<i>Apium</i> sp.
	<i>Eryngium</i> sp.
Urticaceae	<i>Parietaria pensylvanica</i> Muhl.
Verbenaceae	<i>Verbena carolina</i> L.

Se perfila un predominio de diámetros reducidos por densidad forestal

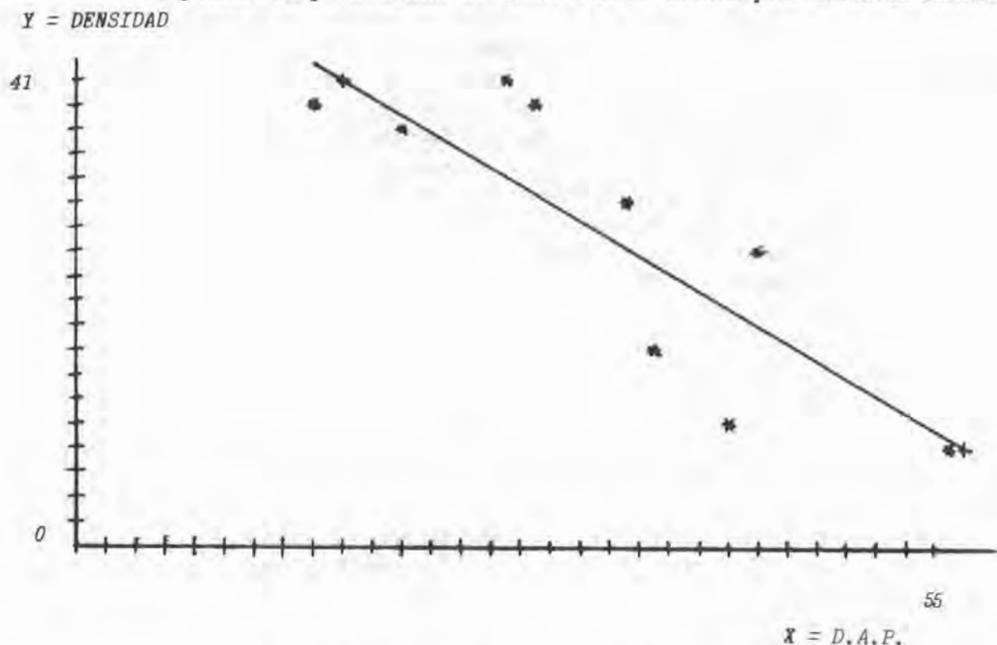


Figura 4.- Relación D.A.P. / Densidad del arbolado de *Alnus jorullensis* ssp. *jorullensis*

La profundidad de copa es un resultado de competencia por luz, y por espacio, pues ante la necesidad de energía lumínica cuando la densidad forestal es muy alta, se propicia un desarrollo de las copas hacia los 30 cm a partir de la base del fuste, lo que imprime al arbolado un aspecto arbustivo, independientemente del estrato vertical en donde se ubique. Pero, igualmente, cabe destacar, que en tales casos, el arbolado no alcanza alturas superiores a los 8 m, lo que puede deberse a que la energía para el desarrollo no se dirige a crecimiento en altura sino a generación de hojas (Salinas Quinard, com. pers.).

Los fustes limpios más significativos se identifican con los árboles presentes en el estrato medio superior, en función de la altura alcanzada y de la profundidad de copa que, como ya se mencionó, se ubica en el tercio superior. Las dimensiones modales se distribuyen en un intervalo de 8 a 12 m se caracterizan por su fisonomía uniforme, libre de malformaciones en la mayoría de los individuos. En esta condición se encontró el arbolado de algunos parajes de Sierra del Ajusco, y mayoritariamente en Milpa Alta y Juchitepec.

Las coberturas, evaluadas como el promedio en diámetros (norte-sur y este-oeste) de las copas proyectadas en el suelo, constituyen, probablemente, el parámetro dasométrico de mayor heterogeneidad y consecuentemente, con el intervalo más amplio. Al igual que la profundidad de copa, la cobertura es otro indicador de competencia por espacio y por luz, lo que a su vez se relaciona con el lugar que la especie ocupa en la comunidad en términos de la dominancia (Cox, 1972). Así, por ejemplo, se detectan relaciones contrarias entre la posición en estrato vertical y el valor de la cobertura; es común registrar coberturas amplias en árboles de altura reducida, lo que resulta del desarrollo de ramas en sentido horizontal donde el espacio está libre al no encontrar competidor a ese nivel. Los valores son de 5.00 a 6.00 m². Sin embargo, en el caso de árboles suprimidos, las coberturas son menores o iguales a 1 m² (0.75 m², promedio) y se ubican en comunidades dominadas por coníferas, formando parte del estrato medio superior; lo anterior puede estar relacionado con una ventaja de ubicación en términos de espacio y luz, o bien, con que la especie destine vigor al desarrollo en altura, aun por fuera de sus límites en detrimento de la producción de ramas y de material foliar.

En las comunidades donde *Alnus jorullensis* ssp. *jorullensis* es dominante como El Oyameyo, en la Sierra del Ajusco, D.F., las coberturas son grandes (de 4 a 6 m²), y las alturas superan los 12 m. Al haberse eliminado por colonización a la población original, el nicho queda libre para ser ocupado por la especie invasora; en dicho paraje, *Abies religiosa* se confinó a su límite altitudinal superior.

4.- Suelos.

El levantamiento de suelos realizado se reduce a una muestra pequeña correspondiente a cuatro de las nueve localidades trabajadas, y un total de seis sitios, por lo tanto, la información habrá de tomarse solamente como indicador de las condiciones edáficas de la comunidad de interés, a reserva de rectificarla.

El análisis químico y físico de los suelos se realizó en el Laboratorio de Suelos del actual Campo Experimental Coyoacán (INIFAP), y los resultados se ordenan en el Cuadro 2.

Por lo que se refiere a la textura, el alto contenido en arena del Ejido La Cañada ohedece a que el sitio se localiza a la orilla del un río, lo que contrasta con el resto de las condiciones boscosas.

Con base en las características de los suelos forestales de bosques de coníferas del Valle de México (Anaya, 1962; Shimada, 1972 y Nieto de Pascual 1987b, *op.cit.*), la clasificación textural de las muestras corresponde a dichos ecosistemas.

Cuadro 2. Características físicas y químicas de algunos suelos subyacentes a la comunidad *Alnus jorullensis* ssp. *jorullensis* del Valle de México.

No. de mues.	Profundidad (cm)	Textura			pH	C.C. %	PPH %	Den. Real %	M.O. %	Rel. C/N	C/Cl	meq/100 g.				N %
		Arena %	Arcilla %	Limo %								Clas.	K	Ca	Na	
1	0-30	47.4	14.96	37.64	5.05	49.31	40.60	8.68	11.17	17.125	43.73	12.2	0.156	1.481	0.44	
	30-60	44.32	16.6	39.08	6.05	45.3	33.54	11.76	5.31	11.000	36.85	8.6	0.204	0.427	0.28	
2	0-30	91.80	3.24	4.96	6.75	—	—	—	trazas	—	17.98	2.7	0.234	0.502	trazas	
	30-60	87.04	3.24	9.72	6.35	—	—	—	trazas	—	21.22	2.0	0.300	0.510	trazas	
3	0-30	38.08	23.24	38.08	5.85	44.83	36.37	8.46	6.07	11.736	34.0	8.05	0.186	0.148	0.30	
	30-60	35.32	21.60	43.08	5.5	51.34	38.44	12.90	4.62	8.933	37.93	0.882	0.4	0.182	0.343	0.30
4	0-30	44.96	18.32	36.72	5.3	62.05	53.40	8.65	11.52	11.521	44.90	0.841	5.6	0.165	1.777	0.56
	30-60	34.96	18.93	46.11	5.3	56.14	41.55	14.59	8.72	11.763	44.31	0.800	1.0	0.215	1.053	0.43
5	0-30	19.32	12.64	38.04	6.40	40.50	28.19	12.31	4.14	8.005	34.38	0.682	9.3	0.195	2.008	0.30
	30-60	52.96	11.24	35.80	6.55	36.71	31.66	5.05	8.79	11.857	34.39	0.549	11.5	0.195	2.000	0.43
6	0-30	54.32	10.24	35.44	6.55	44.76	28.72	16.04	6.96	12.234	32.72	0.667	10.1	0.347	1.012	0.33
	30-60	50.60	13.96	35.44	6.55	44.52	31.16	13.36	4.83	11.673	36.65	0.529	7.5	0.200	1.185	0.24

C.E.F.

1= Río Frio

2= Ejido La Cañada

3 y 4= Lago Las Gallinas

5 y 6= Cerro Huahuilanco

En relación al pH, se trata de suelos ácidos, con un intervalo de fuertemente ácido a muy ligeramente ácido (Moreno Dahme, 1970), lo que también concuerda con la tendencia acidófila de las coníferas omdocada por Chávez y Gómez-Tagle (1985),

El contenido de materia orgánica que se calculó de 11.52% a trazas, se clasifica como extremadamente rico a extremadamente pobre (Moreno Dahme, *op.cit.*).

Se observan discrepancias importantes entre la capacidad de campo y el punto permanente de marchitamiento, lo que establece una condición difícil de interpretar. Por otra parte, al no haberse realizado el cálculo correspondiente a densidad real, la composición química resulta poco trascendental (Navarrete, 1989, com. pers.*).

Por todo lo anterior, tal vez sea recomendable repetir un muestreo de suelos, para confirmar algunos resultados.

CONCLUSIONES

1a. La diversidad florística de la comunidad del ailes es muy semejante a la de las coníferas del Valle de México, porque comparten el habitat.

2a. Se reconocen dos portes claramente distintivos en la especie: uno arbustivo con fuste ramificado desde los 30 cm, con coberturas irregulares, y otro forestal con altura total hasta de 18 m, con fuste limpio de más de 10 m, y coberturas de 6 m, con diámetros comerciales.

* M. en C. Loreto Navarrete. Jefa del Laboratorio de Suelos , INIFAP

LITERATURA CITADA

- ANAYA L., A.L. 1962. Estudio de las relaciones entre la vegetación forestal, el suelo y algunos factores climáticos en seis sitios del declive occidental del Iztaccíhuatl. TESIS. FC/UNAM. México.
- _____, L. RAMOS, R. CRUZ, J.G. HERNANDEZ y V. NAVA. 1987. Perspectives on allelopathy in Mexican Traditional Agroecosystems: a case study in Tlaxcala. *Journal of Chemical Ecology*. Vol. 13(11): 2083-2101.
- CAMPBELL, J. 1967. *Statistics for Biologists*. Cambridge University Press. Oxford, G.B. p. 625.
- COCHRAN, W.G. y G.M. COX. 1962. *Experimental Designs*. John Wiley & Sons, Inc. New York. 2nd edition, 3rd, printing.
- COTTAM, G. 1980. Patterns of Succession in Different Forest Systems. IN: West, D.C., H.H. Shugart & D.B. Botkin (Eds.). 1981. *Forest Succession Concepts & Application*. Springer-Verlag. New York.
- COX, G. 1971. *Laboratory Manual of General Ecology*. Wm.C. Brown Publishers. Dubuque, Iowa.
- CHAVEZ H., Y. & A.F. GOMEZ-TAGLE R. 1985. Principales interacciones entre los suelos forestales y las coníferas del Cerro de la Cruz, Mich. Bol.Téc.No.140. INIFAP. SARH. México.
- ERN, H. 1976. Descripción de la vegetación montañosa en los estados mexicanos de Puebla y Tlaxcala. *Willdenowia*, Beiheft 10. Berlin, Dahlem. 43 p.
- FURLOW, J.J. 1979 a. The Systematics of the American Species of *Alnus* (Betulaceae) Rhodora, *Journal of the New England Botanical Club*. Vol. 81 (825): 63-72.
- _____. 1976. The systematics of the American Species of *Alnus* (Betulaceae) Rhodora, *Journal of the New England Botanical Club*. Vol. 81 (826): 151 - 247.
- HITCHINGS, D. R. 1985. *Prontuario de Dasonomía Urbana*. USDA Forest Service. University of Arizona, 80 p.
- INEGI. 1987. *Síntesis geográfica, nomenclatura y anexo cartográfico del Estado de México*. SPP. México.

- LAWRENCE, G.H.M. 1989. Taxonomy of Vascular Plants. MacMillan Publishing Co., Inc., New York.
- MADRIGAL S., X. 1967. Contribución al conocimiento de la ecología de los bosques de oyamel (*Abies religiosa* (H.B.K.) Schl. & Cham.) Bol. Téc. No. 18. SFF/SAG. México.
- . 1976. Instructivo para el estudio fitoecológico del Eje Neovolcánico. Bol. Div. No. 45. SFF/SARH. México. 30 p.
- MARGALEF, R. 1981. Ecología. Editorial Planeta, S.A. Barcelona, España.
- MARTINEZ, M. y E. MATUDA. 1979. Flora del Estado de México. Biblioteca Enciclopédica del Estado de México. México. Tomos I, II y III. pp. 212 - 214.
- MORENO DAHME, R. 1970. Clasificaciones tentativas para materia orgánica, nitrógeno total, pH de suelo. INIA/SAG. México. 20 p.
- NIETO P.P., C. 1987a. Relaciones ecológicas entre una latifoliada (*Alnus firmifolia*) y las principales coníferas de la Sierra del Ajusco. Memoria del X Congreso Mexicano de Botánica. Guadalajara, Jal. México, No. 277.
- . b. Análisis estructural de las comunidades forestales de la Sierra del Ajusco. TESIS de Mestría. FC/UNAM. México. 76 p.
- y M.C. ZAMORA-M. 1990. Contribución al conocimiento de la distribución actual de *Alnus jorullensis* var. *jorullensis* H.B.K. en el Valle de México. Memoria del XI Congreso Mexicano de Botánica. Oaxtepec, Mor. México, p. 350.
- RZEDOWSKI, J. 1978. Vegetación de México. LIMUSA. México.
- y G.C. DE RZEDOWSKI. 1979. Flora fanerogámica del Valle de México. Vol. I. CECSA. México. p. 15 - 21, 25 - 36, 61 - 384.
- . 1985. Flora fanerogámica del Valle de México. Vol. II. ENCB (IPN)/Instituto de Ecología, A.C. México. p. 9 - 641.
- SANCHEZ S., O. 1968. La flora del Valle de México, Ed. Herrero, México. 403 p.
- SHIMADA M., K. 1972. Estudio de algunos perfiles de suelos derivados de cenizas volcánicas y de ando del Ajusco, D.F. TESIS. FC/UNAM. México.
- VELA G., L. A. HERNANDEZ R. y C. J. BOYAS D. 1982. Instructivo para la colecta de material botánico. Bol. Div. Inst. Nal. Invest. For. No. 49. México.