

EVALUACIÓN DEL *Pinus radiata* D. Don EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO FEDERAL

Nieto de Pascual Pola Cecilia *

RESUMEN.

Durante los 70's, el *Pinus radiata* D. Don se incorporó masivamente como especie para reforestar en el Distrito Federal.

Se evaluó el comportamiento de la población urbana a más de una década de su plantación en 12 de las 16 delegaciones políticas. Se tomó una muestra de 200 individuos por delegación, a los que se les midieron sus caracteres dasométricos, y se identificaron síntomas de daños, y aun organismos responsables.

Los resultados indican que en la delegación Xochimilco se presenta el mayor número de individuos sanos.

El 67.50% del arbolado manifiesta daños, y el síntoma de deterioro más común es la hiperfoliación, con la que se da una relación de dependencia con las coberturas.

Palabras clave: Dasonomía Urbana, *Pinus radiata*, Distrito Federal.

ABSTRACT.

Pinus radiata D. Don was largely planted in Mexico city during the 70's.

Under urban conditions, the population was studied after more than a decade of having been planted, in twelve out of the sixteen political delegations that make up Distrito Federal. Assessment over a sample of 200 trees of each delegation was made considering dasometric elements as well as visible symptoms, taking samples of injury and associated organisms as plausible cause.

* Bióloga. M. C. Investigadora del Campo Experimental Forestal Coyoacán. CIR-Centro. INI F A P - S A R H

Results show that the largest number of healthy trees are in Xochimilco delegation. 67.50% of forest population show damage, and the most frequent symptom is hyperfollation, with which over holds a dependent relation.

Key words: Urban Forestry, *Pinus radiata*, Distrito Federal.

INTRODUCCIÓN.

Dentro de las investigaciones en materia de dasonomía urbana, la evaluación de las poblaciones forestales existentes en las áreas verdes, arroja información interesante sobre las especies en su relación con el medio, manifiesta en su desarrollo, vigor y sanidad.

En el caso del arbolado, es importante tal relación cuando se trata de especies de hábitat naturalmente silvestre, los que ante el cambio de condiciones ecológicas, pueden enfrentar resultados desfavorables.

El pino radiata, pino insigne o pino de Monterey (*Pinus radiata* D. Don) se incorporó al Distrito Federal (D F), en la década de los 70 como una opción en la forestación de las áreas verdes urbanas.

Independientemente de los motivos que dieron origen a esta determinación, lo cierto es que, cuando los árboles de esta especie alcanzan su desarrollo pleno, se constituyen en ejemplares de gran belleza, por su forma, su color y sus dimensiones; lógicamente, resuelven inquietudes paisajísticas en forma muy satisfactoria.

Así, por ejemplo, en un entorno rural, se aprecian vigorosas plantaciones de esta especie, que hicieron posible la restauración de suelos degradados.

Pero así como es una especie estética de rápido crecimiento, aprovechable para una multivariedad de propósitos, tales como: formadora de cortinas rompe-vientos; para la obtención de celulosa, papel y madera, entre otros usos¹, tiene una fuerte susceptibilidad a la infestación por insectos y patógenos², como lo señaló Hernández³ (cfr. Revista Ciencia Forestal N° 60)

Lo anterior, lógicamente ha desencadenado mucha controversia en torno a su propagación.

Desde el punto de vista taxonómico, la especie ha sido descrita en su hábitat natural,

¹ Phillips, R. 1985. Los árboles.

² Salinas-Quinard, R. y Gómez-Nava, M. S. 1975. Enfermedades del *Pinus radiata* D. Don.

³ Hernández H, M. S. 1986. "Observaciones sobre los insectos que dañan a *Pinus radiata* en la región central de México". pp.75-84.

tanto en Estados Unidos por Baerg⁴, como en México por Martínez⁵; sin embargo, sus características fisonómicas en territorio urbano, no han sido destacadas.

En el caso particular de la zona urbana del Distrito Federal, las especies forestales han adquirido especial significación por la apremiante necesidad de recuperar la calidad del aire, aspecto prioritario en la actualidad.

Por todo lo anterior, se planteó el interés por conocer diferentes poblaciones de *Pinus radiata*, como conífera ornamental que ha brindado muy satisfactorios resultados en España, Canadá, y Nueva Zelanda.

OBJETIVO.

En este trabajo, se planteó el siguiente objetivo:

- Establecer un diagnóstico cuantitativo del estado de salud y deterioro de los árboles de *Pinus radiata* D. Don en la zona urbana del D F.

Por tratarse de una especie que vegeta en México, y cuyo hábitat natural se ubica en una extensión muy reducida en el territorio nacional:

- Se describe brevemente el entorno ecológico original, y, por otra parte, el que corresponde a la ciudad de México, información que aporta elementos relevantes de comparación.

MARCO DE REFERENCIA.

El *Pinus radiata* en su ecosistema original.

Este pino crece en una zona reducida de la costa occidental de Estados Unidos, Baerg *op. cit.* y en las islas de Guadalupe y Cedros en Baja California⁶, donde se considera en extinción.

⁴ Baerg, H. J. 1973. The western trees.

⁵ Martínez, M. 1948. Los pinos mexicanos.

⁶ Kafton, D. 1985. Conservation of endangered Monterey cypress and Monterey pine.

El Herbario Nacional Forestal tiene colectas registradas entre los 1 000 y los 1 200 metros sobre el nivel del mar (m s n m).

Se distribuye en rodales reducidos, formando bosquetes, el más extenso de los cuales se localiza en la península de Monterey, California⁷.

El clima en el que se desarrolla la especie en su hábitat natural, se caracteriza por veranos secos y fríos, inviernos cálidos y húmedos y la ausencia de fríos extremos⁸.

- De enero a julio, la temperatura promedio es de 9.44 a 16.11 °C, siendo la más baja, -6 °C.
- La precipitación media anual es 375 mm, 50 de los cuales ocurren de abril a octubre.
- Los suelos en los que se observan los mejores desarrollos son profundos, bien drenados, y de textura arcillo-arenosa .

Las especies forestales asociadas con *Pinus radiata* en su hábitat original son:

- *Quercus agrifolia* Née.
- *Sequoia sempervirens* (D. Don) Endl.
- *Pseudotsuga menziesii* (Mirb) Franco.
- *Pinus attenuata* Lemm.

Las áreas verdes del D F, ecosistema transformado para el *Pinus radiata*.

La ciudad de México está considerada como la más contaminada de la República Mexicana⁹, por lo tanto, las áreas verdes representan los puntos de recuperación de la calidad ambiental y del paisaje.

La distribución de dichas áreas es muy heterogénea, pues con base en los reportes del Departamento del Distrito Federal (D D F)¹⁰, la delegación Iztacalco tiene a razón de 1.12 m²/habitante, contra la Miguel Hidalgo, con 16.50 m², lo que suma un total de 71.91 m² de área verde para una población calculada en 18 millones de habitantes¹¹, en una superficie urbanizada de 660 km².

⁷ Forde, M. B. 1964. "Variation in natural populations of *Pinus radiata* in California". pp. 213-236.

⁸ Wright, J. W. 1976. Introduction to forest genetics.

⁹ S E D U E. 1986. Informe sobre el estado del medio ambiente en México.

¹⁰ D D F. 1984. Manual de planeación, diseño y manejo de las áreas verdes urbanas del Distrito Federal.

¹¹ Rapoport, D. et al. 1983. Aspectos de la ecología urbana de la ciudad de México.

La altitud promedio del D F es de 2 240 m s n m.

Se reportan 3 climas para la entidad; Enriqueta García¹² los describe como:

- Templado semiseco en el noroeste.
- Templado subhúmedo en el centro.
- Semifrío subhúmedo en las alturas superiores a 2 800 m.

- Régimen de lluvias de verano, con un porcentaje de lluvia invernal relativamente bajo y poca oscilación térmica anual. aunque muy marcada la diurna.

- Temperatura media anual 15 °C.
- Precipitación anual 720.8 mm.

- Mes más caliente: Mayo 17.4 °C.
- Mes más frío: Enero 12.0 °C.

- Oscilación térmica anual 5.2 °C.

Los suelos son algo especial, en el sentido de que difícilmente es válido aceptar la descripción formal para el D F, dado que las áreas verdes tienen suelo "acarreado", o mejorado para efectos de jardinería.

Por lo tanto, estamos hablando de condiciones artificiales, en las que es más importante conocer la calidad y periodicidad de las labores de manejo y arboricultura, los sistemas de plantación, las características del sitio, entre otros factores, que la edafología o la geología de la entidad.

Asimismo, la vegetación asociada no tiene nada que ver con la original, en el sentido de que toda es introducida.

De acuerdo a lo anterior, lo común es encontrar mezclas de especies forestales, entre las que son frecuentes:

- | | |
|-------------|--|
| - Jaracanda | (<i>Jacaranda mimosaeifolia</i> Don.) |
| - Fresno | (<i>Fraxinus uhdei</i> [Wenzig] Ling) |
| - Trueno | (<i>Ligustrum lucidum</i> Ait.) |
| - Colorín | (<i>Erythrina americana</i> Mill). |
| - Casuarina | (<i>Casuarina equisetifolia</i> L.) |

¹² García, de M. E. y Falcón de Gyves, Z. 1974. Nuevo atlas Porrúa de la República Mexicana.

- Eucalipto	(<i>Eucaliptus camaldulensis</i>) (<i>E. globoeus</i> Labill.)
- Cedro	(<i>Cupressus lindleyi</i> Klotch)
- Liquidambar	(<i>Liquidambar styraciflua</i> L.)
- Ahuejote	(<i>Salix bonplandiana</i> H B K)
- Hule	(<i>Castilla elastica</i> Cerv.)
- Encino	(<i>Quercus</i> spp.)
- Capulín	(<i>Prunus capuli</i> var. <i>serotina</i>)

De la vegetación arbustiva, Rapoport y coautores *op. cit.* reportan muchas especies; la mayoría son ornamentales¹³, y de las más comunes de encontrar se pueden citar:

- Junípero	(<i>Juniperus monticola</i>)
- Tulia	(<i>Thuja occidentalis</i>)
- Pingüica	(<i>Arctostaphylos pungens</i> H B K.)
- Hortensia	(<i>Hydrangea hortensis</i> D C.)
- Rosa	(<i>Rosa</i> spp.)
- Alcatraz	(<i>Zantedeschia aethiopica</i>)
- Dalia	(<i>Dahlia</i> spp.)
- Teresita	(<i>Clathranthus roseus</i>)
- Flor de mayo	(<i>Zephyrantes carinata</i>)
- Buganvillea	(<i>Bougainvillea glabra</i>)
- Azalea	(<i>Rhododendron indicum</i> Sweet.)
- Lino de Nueva Zelanda	(<i>Phormium tenax</i>)

Su distribución y la de otras del mismo uso, es muy irregular, pero se ubican preferentemente en parques y jardines, donde propician un paisaje decorativo debido a su floración permanente.

El área de estudio.

El presente estudio se desarrolló en el suelo urbano del D F; por una parte, éste abarca las 16 delegaciones políticas que conforman la entidad, pero una porción importante de las que se localizan hacia el sur, son de uso rural.

¹³ Wright, M. 1979. El jardín.

Por lo anterior, la zona de trabajo se restringió a 12 delegaciones, como se observa en la figura 1.

De ellas, la disposición de áreas verdes por habitante, la indica el D D F, *op. cit.* como sigue:

Delegación política	m ² de área verde/por persona
Álvaro Obregón	1.36
Azcapotzalco	1.06
Benito Juárez	1.76
Coyoacán	1.90
Cuauhtémoc	1.20
Gustavo A Madero	4.25
Iztacalco	1.12
Iztapalapa	3.00
Miguel Hidalgo	16.50
Tlalpan	14.20
Venustiano Carranza	1.53
Xochimilco	0.83

El arbolado se trabajó sobre parques y jardines, preferentemente, así como en banquetas y camellones.

Atendiendo a su localización geográfica, el área de estudio se ubica entre los:

- 19° 11' 58" y los 19° 34' 75" latitud norte

- 98° 03 '20' y los 99° 20' longitud oeste.

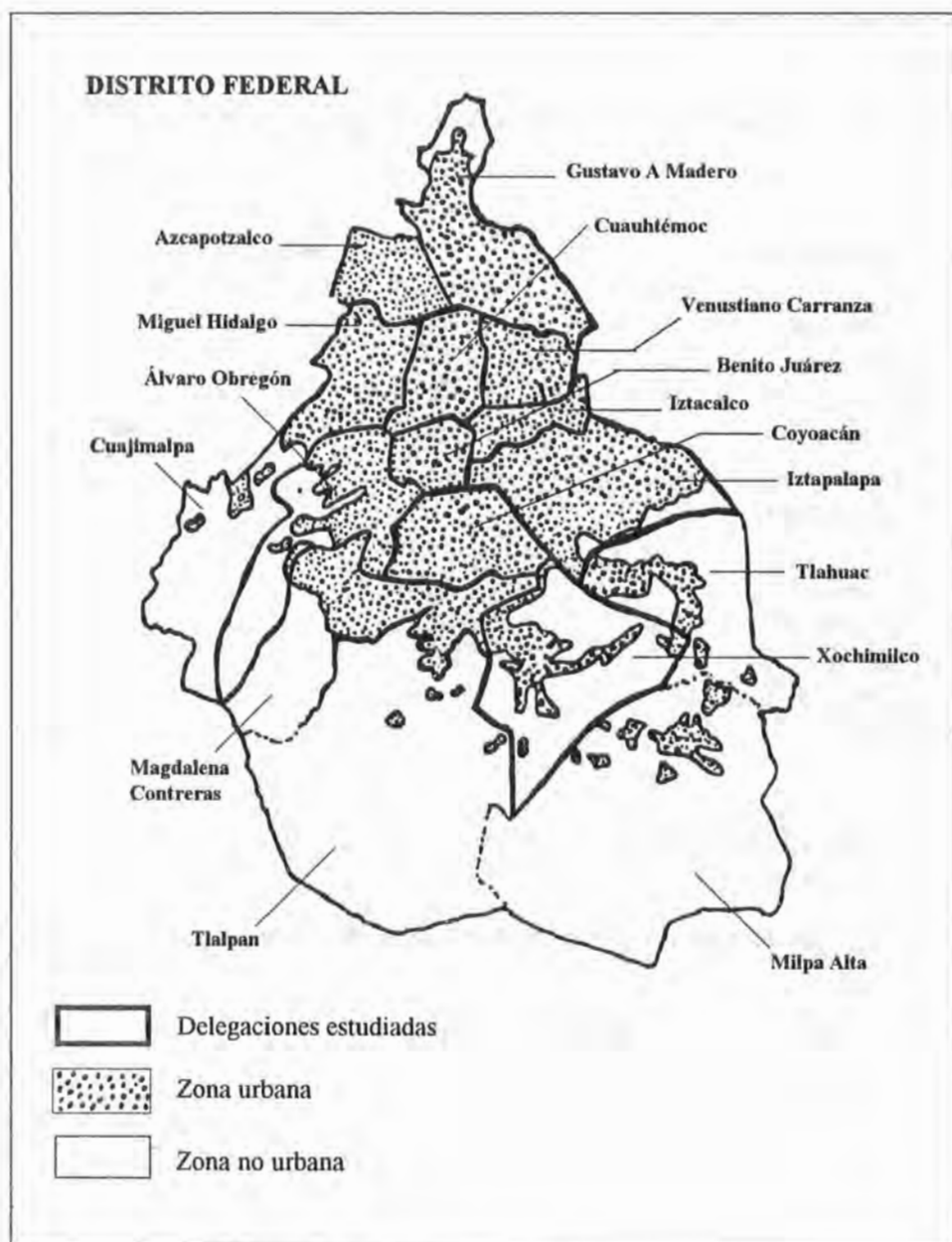


Figura N° 1. Localización de la zona de estudio.

ANTECEDENTES.

La literatura sobre la especie es muy abundante, dado que se considera a *Pinus radiata* la conífera preferida para efectos de reforestación¹⁴.

Sin embargo, sobre evaluaciones, las que se conocen son de carácter cualitativo, y se refieren a determinación de síntomas de infestación o enfermedad, así como de sus agentes causales.

Entre ellos pudieran citarse a Bannister en 1958; Offord¹⁵, Molnar en 1961, y en México, a las coautoras Salinas-Quinard y Gómez-Nava *op. cit.*, y a Hernández.

En relación a la cuantificación de los daños, las apreciaciones son aproximadas, pues solamente se encontró lo reportado por la Comisión Coordinadora del Desarrollo Rural¹⁶ (COCODER), que estableció que el 75% del arbolado plantado sufre destrucción preferentemente en las áreas urbanas; no especifica de cuáles árboles se trata, ni de cuáles especies, sino que se refiere en forma global respecto a las distintas plantas sembradas.

Años después, siguiendo un interés por la dasonomía urbana, González Vicente¹⁷ (*cf.* Revista Ciencia Forestal N° 49), hizo un acopio de datos relativos a la sanidad del pino objeto de estudio, y concluyó que la especie no se ha adaptado al D F; no aporta datos cuantitativos.

En ese mismo año, los coautores Gutiérrez y Muñiz¹⁸, presentaron su evaluación de la condición sanitaria del bosque de Chapultepec, destacando hospederos y agentes causales.

Con respecto a experiencias metodológicamente semejantes, Nieto¹⁹, realizó una evaluación del estado de deterioro de los árboles de algunos bosques en la sierra del Ajusco, con un enfoque cuantitativo, destacando a los organismos responsables de los daños como información complementaria, y no principal.

Hasta donde se pudo investigar, no se tienen mayores antecedentes sobre el proyecto actual, probablemente debido a que la dasonomía urbana es todavía una disciplina reciente en nuestro país.

¹⁴ Mirov, N. T. 1967. The genus *Pinus*.

¹⁵ Offord, M. R. S F. Discasses of Monterey.

¹⁶ COCODER. 1982. 1978-1982.

¹⁷ González, V, C. E. 1984. "Problemas de plagas y enfermedades del *Pinus radiata* D. Don en la ciudad de México y zonas circunvecinas". pp. 15-22.

¹⁸ Gutiérrez, G, M. y Muñiz, V. 1984. La situación de las plagas en el bosque de Chapultepec de la ciudad de México.

¹⁹ Nieto, P, C. 1986. "Síntomas de deterioro del arbolado en algunos bosques de la sierra del Ajusco, México". pp. 25-44.

MATERIALES Y MÉTODOS.

El material biológico objeto de estudio fue la población de *Pinus radiata* en la zona urbana del Distrito Federal.

Se destacaron las siguientes variables:

- **Características dasométricas (altura, diámetro y cobertura).**
- **Característica del sitio (ubicación, agentes de disturbio, delegación política).**
- **Síntomas de daño.**
- **Distancia al vecino más cercano.**
- **Tipo de sustrato.**

La altura se midió con cinta métrica, o bien con clisímetro; el diámetro no se tomó a la altura del pecho en virtud de que a esa distancia del suelo se encuentra ya la copa, pues un signo característico de esta población es el fuste corto, en su gran mayoría, por lo tanto, se tomó a la mitad del fuste limpio.

Los síntomas de daño se detectaron con base en las recomendaciones de Blanchard y Tattar²⁰, de Salinas-Quinard y Gómez-Nava, *op. cit.*, y de Gibson y Salinas-Quinard²¹.

El registro de la información se hizo en formatos (*vid., infra*), por facilitar el manejo cuantitativo de datos.

Cuando se encontraron manifestaciones de daño peculiares, se colectaron las muestras en bolsas o sobres de celofán o de papel, o bien en recipientes para su posterior determinación en los laboratorios de Entomología o de Patología del Campo Experimental Forestal Coyoacán del CIR-Centro.

Se seleccionó el sistema de muestreo aleatorio simple Cochran²², sobre la base de la homogeneidad del universo, entendiéndose por ello que se trata de una población vegetal monoespecífica.

En primera instancia, se localizaron las áreas verdes por delegación política, haciendo uso de la literatura del D D F *op. cit.*, y de la cartografía de la Tesorería del Distrito Federal²³ y Guía Roji²⁴, distribuyendo los sitios sobre las mismas, por aleatoriedad.

²⁰ Blanchard, R. O. and Tattar, T. A. 1981. Field and laboratory guide to tree pathology.

²¹ Gibson, I. A. S. y Salinas-Quinard, R. 1985. Notas sobre enfermedades forestales y su manejo.

²² Cochran, W. G. 1953. Sampling techniques.

²³ Tesorería del Distrito Federal. 1985. Cartas urbanas 1: 10 000.

²⁴ Guía Roji. 1986. Ciudad de México. Carta 1: 30 000 y 1: 500 000.

El tamaño de muestra se definió mediante la técnica de medias ponderadas de Grieg-Smith²⁵ en 200 sitios por delegación, tomando como variables el diámetro y la altura del arbolado de 50 sitios, en virtud de la poca varianza que presentan.

Se tomaron muestras de follaje y de ramas, para realizar mediciones de las mismas, tomando 20 muestras de cada delegación; de tres alturas distintas de las copas: base, parte media y puntas.

Con ello se pretendió conocer la variabilidad morfológica de dichas estructuras.

RESULTADOS.

Las 12 delegaciones políticas estudiadas cubren, prácticamente, la totalidad del territorio urbano del Distrito Federal. Por lo tanto, los resultados se ordenan bajo este criterio.

Información dasométrica.

En el cuadro 1 se resumen los valores medios de altura y de diámetro, cifras que pueden caracterizar globalmente a las poblaciones forestales en estudio.

Como se puede advertir, se destacan dos grupos claramente:

1. Los de altura entre 1.50 y 2.70 m, con diámetros entre 2.40 y 4.90 cm.
2. Los de alturas entre 4.20 y casi 5.00 m con diámetros mayores a los 6.00 cm.

A partir de lo anterior, los mejores desarrollos se presentan en las delegaciones Xochimilco, Tlalpan y Azcapotzalco.

En este último caso, los datos proceden del parque Tezozomoc, que goza de cuidados de jardinería muy controlados

En las otras dos, los árboles se localizan en camellones.

²⁵ Grieg-Smith, P. 1983, Quantitative plan ecology.

DELEGACIÓN POLÍTICA	ALTURA (m)	DIÁMETRO (cm)
Álvaro Obregón	2.71	4.79
Benito Juárez	2.06	3.00
Coyoacán	1.68	4.21
Xochimilco	4.35	9.74
Gustavo A Madero	2.28	7.09
Miguel Hidalgo	1.63	4.79
Venustiano Carranza	2.07	4.88
Cuauhtémoc	1.85	4.69
Iztapalapa	1.84	2.41
Iztacalco	1.51	3.32
Tlalpan	4.90	15.37
Azcapotzalco	4.23	6.93

Cuadro N° 1. Principales dimensiones dasométricas de las poblaciones de estudio, (valores medios)

Las coberturas son muy semejantes, estableciéndose tres grupos que corresponden a:

< 1 m ²	a	2.5 m ²
de 2.6 m ²	a	4.8 m ²
> 4.8 m ²		

Sin embargo, no hay una relación muy clara entre los dos primeros grupos de valores con la altura, pero sí es evidente la relación entre las coberturas máximas con los mejores desarrollos encontrados.

Para conocer la semejanza entre los árboles de las distintas delegaciones, se aplicó una

prueba de t de Student²⁶ a las alturas y a los diámetros, con lo que se obtuvieron los intervalos de confianza, *vid.*, figuras 2 y 3 respectivamente.

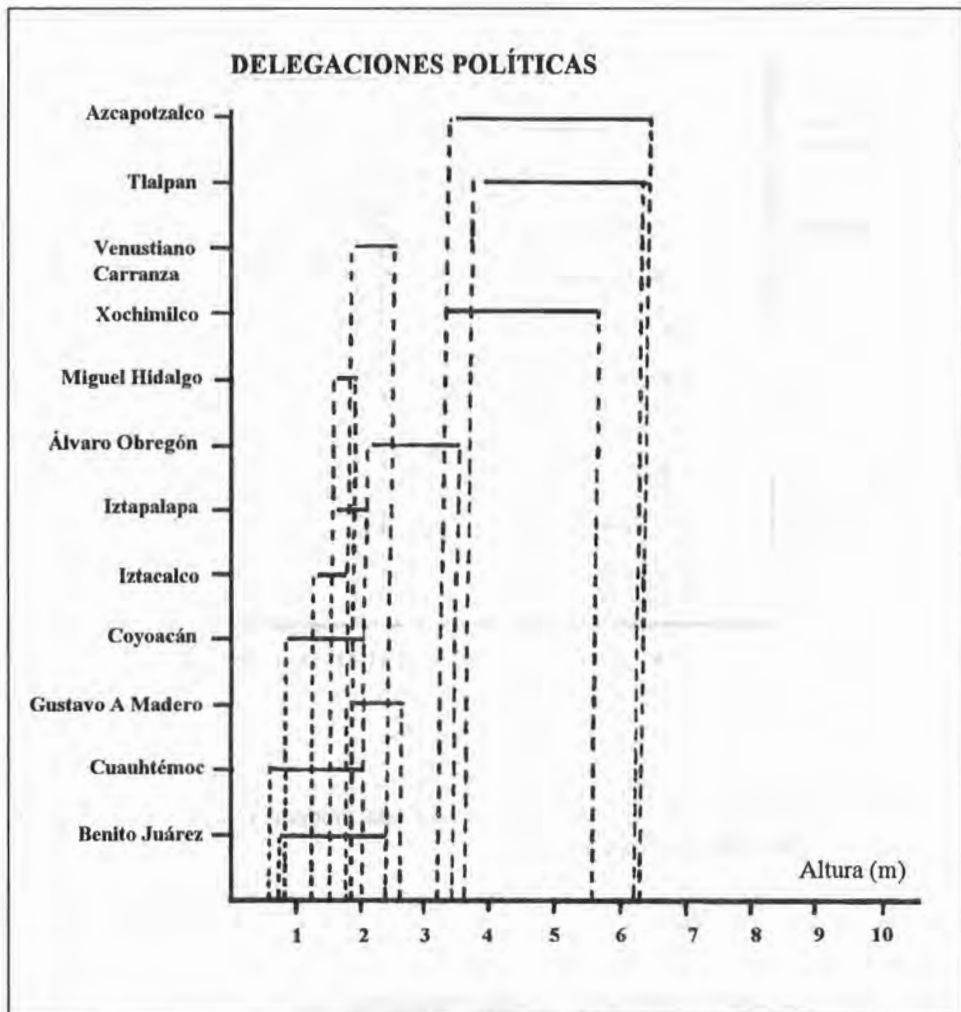


Figura N° 2. Intervalos de confianza de la prueba de "t de Student" relativa a la altura en las delegaciones estudiadas.

²⁶ Campbell, R. C. 1967. *Statistics for biologist.*

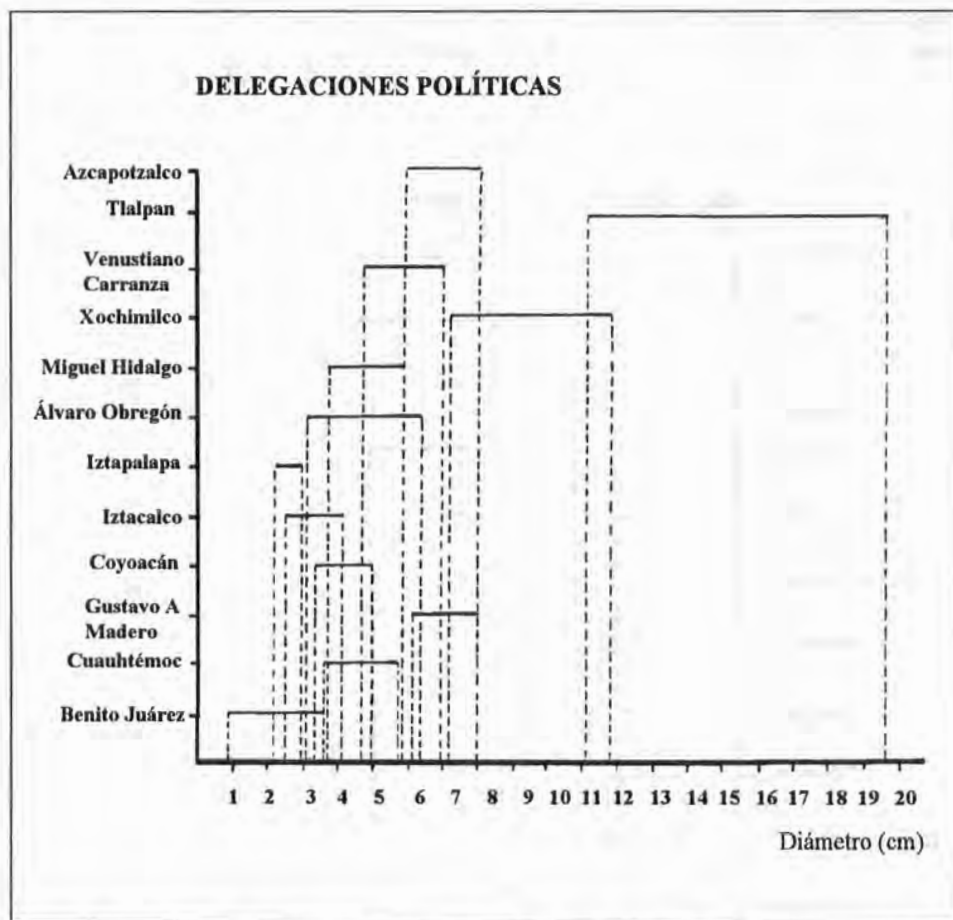


Figura N° 3. Intervalos de confianza de la prueba “t de Student” relativa al diámetro en las delegaciones estudiadas.

Al analizar cada figura, se perfila un traslape masivo hasta los 3.5 m de altura, quedando incluidas 9 de las 12 delegaciones, y otro traslape de las 3 delegaciones de valores máximos, antes señaladas.

En el caso de los diámetros, el traslape es más amplio, abarcando al 90% de las delegaciones, siendo Tlalpan la que contiene el arbolado con desarrollos significativamente mayores.

La relación entre ambas variables es lineal, lo que resultó de aplicar una prueba de regresión (*vid.*, figura 4).

Para ello se seleccionaron únicamente a 4 delegaciones, apoyando esta decisión en la similitud entre las mismas.

Las ecuaciones correspondientes fueron las siguientes:

Ecuación general:

$$\hat{y} = \hat{\alpha} + \hat{\beta} x_i$$

		\bar{x}	\bar{y}	\hat{y}_i
Coyoacán	$\hat{y} = 2.7144 + 1.2350 x_i$	2.9600	6.3700	6.3700
Xochimilco	$\hat{y} = 3.3204 + 1.4502 x_i$	5.1396	10.7737	10.7737
Benito Juárez	$\hat{y} = 1.1626 + 0.9453 x_i$	3.2582	4.2426	4.2426
Álvaro Obregón	$\hat{y} = 1.2791 + 1.1070 x_i$	2.4363	3.9760	3.9760

El ajuste fue correcto, como suele suceder con relaciones altura/diámetro.

Estado sanitario.

En primera instancia, se determinó qué tan sanos están los árboles, entendiendo la adaptación de la especie al medio urbano del Distrito Federal.

En el cuadro 2 se presentan los resultados.

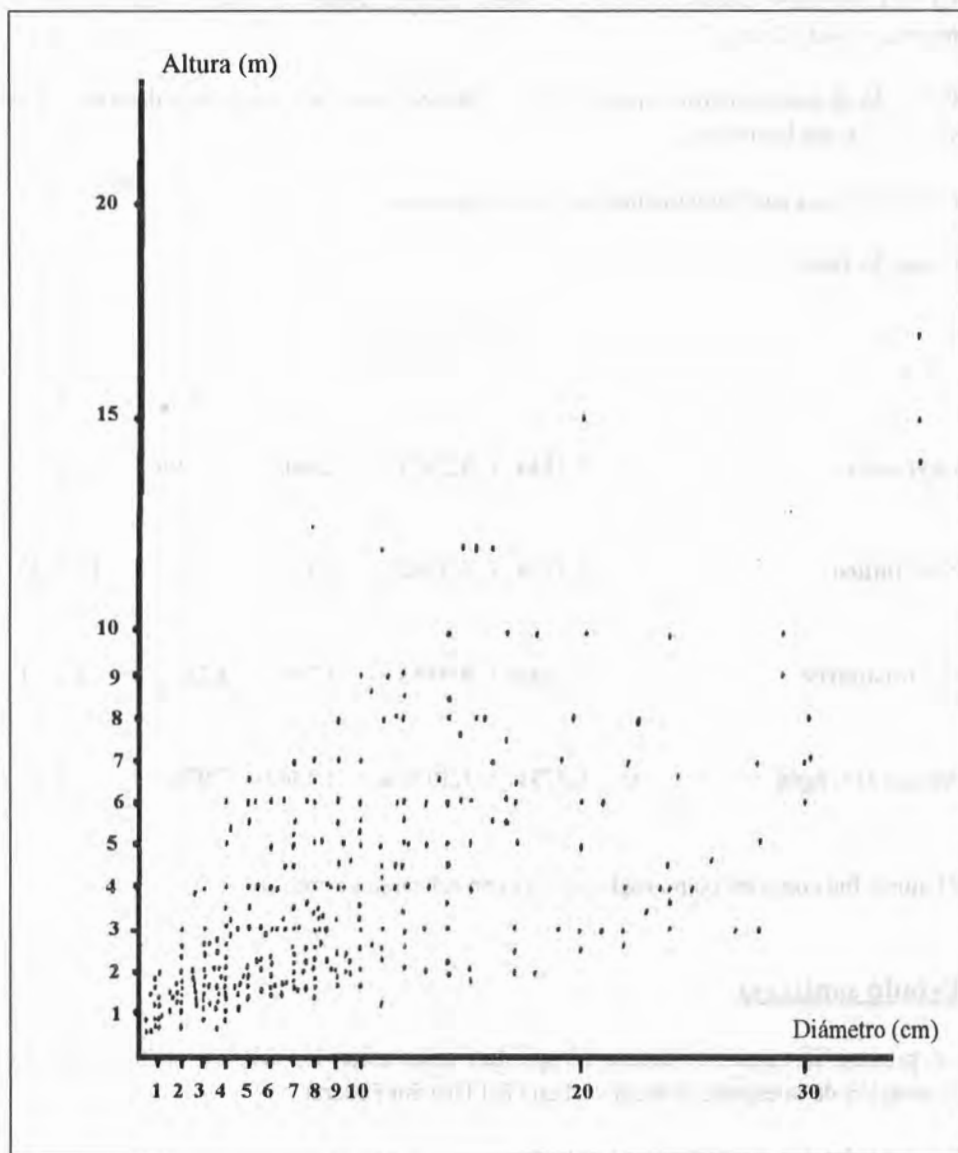


Figura N° 4. Relación altura/diámetro del arbolado de *Pinus radiata* en las 12 delegaciones estudiadas

DELEGACIÓN POLÍTICA	ÁRBOLES SANOS		ÁRBOLES DAÑADOS		TOTAL
	N	%	N	%	N
Álvaro Obregón	28	14.00	172	86.00	200
Benito Juárez	65	31.40	135	68.60	200
Coyoacán	49	24.50	151	75.50	200
Xochimilco	80	65.57	42	34.43	122
Gustavo A Madero	69	40.58	101	59.42	170
Miguel Hidalgo	71	35.50	129	64.50	200
Venustiano Carranza	67	33.50	133	66.50	200
Cuauhtémoc	83	41.50	117	58.50	200
Iztapalapa	8	12.69	55	87.31	63
Iztacalco	31	25.20	92	74.80	123
Tlalpan	56	28.00	144	72.00	200
Azcapotzalco	62	34.44	118	65.56	180
TOTAL	669		1 389		2 058

Cuadro N° 2. Proporción de árboles sanos y dañados.

El número de ejemplares no fue de 200 en 5 casos, lo que se debió a que en las áreas verdes reportadas por la cartografía de apoyo, no está presente la especie en estudio.

En Azcapotzalco, el número de total de existencias fue de 180 en toda la delegación

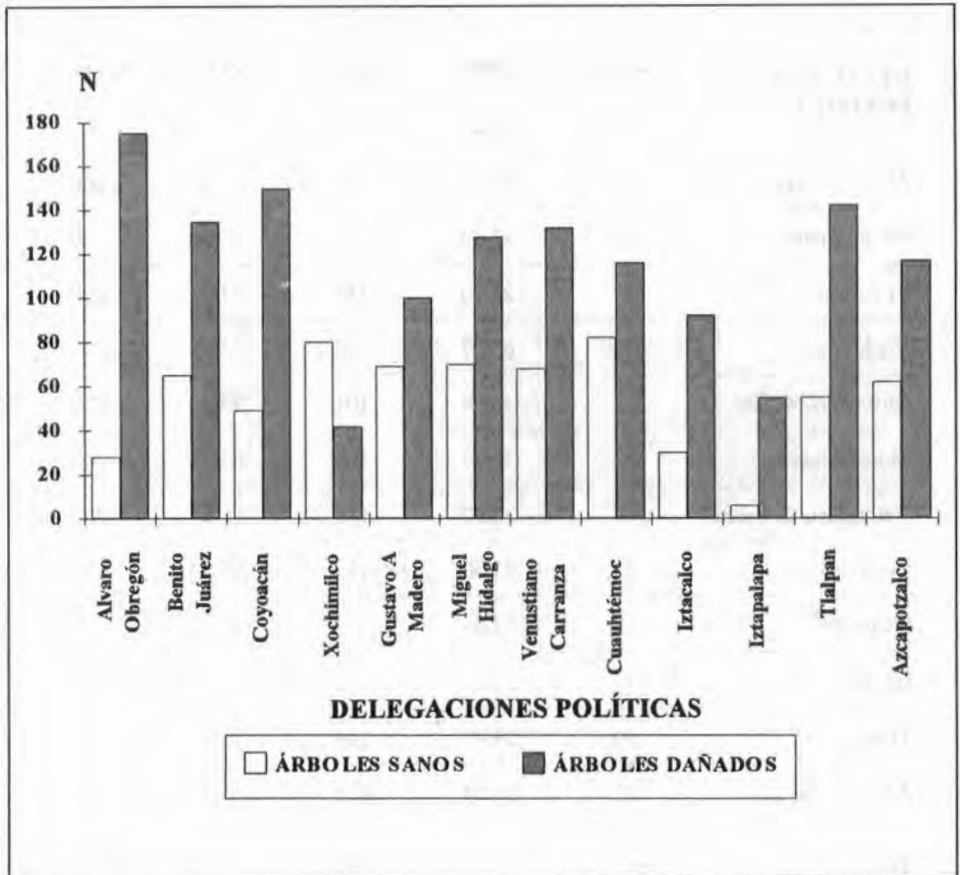


Figura N° 5. Frecuencia de árboles sanos y dañados por delegación política.

Retomando los daños registrados en la ficha de campo, es conveniente destacar que no se encontraron manifestaciones de muérdago (*Arceuthobium* spp.) ni de enriscamiento foliar, y solamente dos de roya en cono (*Cronartium* spp.) en ejemplares de dimensiones grandes.

Las frecuencias de aparición de daños se reúnen en el cuadro 3, y se grafican en la figura 6 *vid., infra.*

El síntoma más común es la hiperfoliación; como el nombre lo sugiere, se caracteriza por una sobreproducción de hojas, cuyo origen, entre otros, puede ser la tensión, y que se refleja en una alteración del desarrollo normal del árbol, al desviarse el vigor a la producción de hojas, en lugar de dirigirse al incremento en altura o en diámetro, Salinas Quinard *op. cit.*

Al tomar la hiperfoliación como una variable, se estableció un análisis de correlación en la cobertura.

Se aplicó una prueba de χ^2 Campbell *op. cit.*, y con la información global de las cuatro delegaciones seleccionadas para la prueba de regresión, se construyó una tabla de contingencia de 2×2 .

Intervalo de cobertura \ Delegación Política	<1 - 1.00		1.01 - 2.00		2.01 - 3.00		>3.00		TOTAL
	O _i	E _i	O _i	E _i	O _i	E _i	O _i	E _i	
Coyoacán	31	38.10	14	16.35	1	1.03	0	0.51	46
Xochimilco	6	10.77	4	1.79	1	0.29	2	0.15	13
Benito Juárez	85	77.86	9	12.98	0	2.10	0	1.05	94
Alvaro Obregón	100	95.26	1	15.88	4	2.57	1	1.29	115
TOTAL	222		37		6		3		268

DELEGACIÓN POLÍTICA	SECOS	MOTEADO FOLIAR	DEFOLIADO	FORMAS ANÓMALAS*	INSECTOS	TUMORES	RESINOSIS	HIPERFOLIADO
Á Obregón	21	49	23	24	4	14	58	116
B Juárez	21	13	25	26	1	2	16	95
Coyoacán	56	47	10	17	48	23	82	116
Xochimilco	10	3	2	7	1	1	14	17
G A Madero	55	30	30	47	3	1	22	110
M Hidalgo	118	118	65	33	18	---	83	197
V Carranza	69	14	---	33	82	---	8	109
Cuauhtémoc	51	72	---	18	65	2	24	150
Iztapalapa	14	8	20	30	---	---	---	38
Iztacalco	33	15	3	35	33	1	7	67
Tlalpan	94	60	71	64	96	2	62	60
Azcapotzalco	30	45	21	45	75	---	14	74
TOTAL	572	474	270	379	426	46	390	1 149

***FORMAS ANÓMALAS**

COLA DE ZORRO



HERRADURA



SACACORCHOS



CRUZ



Cuadro N° 3. Distribución de los principales síntomas de deterioro en *Pinus radiata* por delegación.

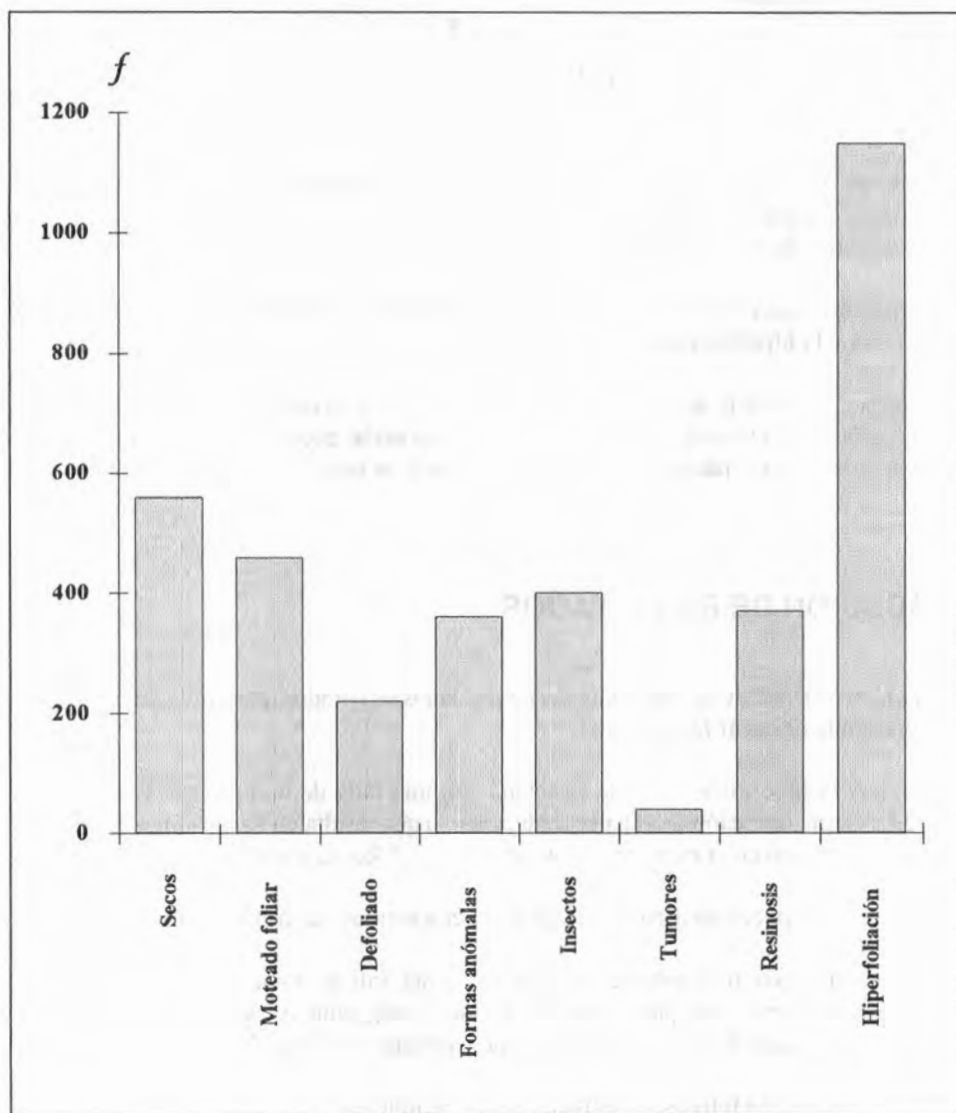


Figura- N° 6. Proporción de daños del árbol

Al utilizar la fórmula:

$$\chi^2 (p-1)(q-1) = \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^q \frac{[O_{ij} - E_{ij}]^2}{E_{ij}}$$

Y con un valor de 3.3 en tablas, resultó que la prueba estadística obtuvo alta significación para las coberturas <1.00 cm a 1.00 cm², y entre 1.01 cm y 2.00 cm², pues los valores fueron de 4.3264 y de 27,10, respectivamente.

Lógicamente, ésto significa que hay una relación de dependencia entre las bajas coberturas y la hiperfoliación.

Con respecto a los demás síntomas, no son muy disímiles en sus frecuencias de aparición, a excepción de los tumores que más se asocian con malas podas o, en casos particulares, con bacterias u otros patógenos, (Salinas-Quinard *com pers*).

DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

Sobre la diversidad de agentes causales de los daños reportados, por orden de frecuencia, es importante destacar lo siguiente:

- A la hiperfoliación se le relaciona con una falta de manganeso, y se describe como "... una retención de acículas reducidas, lo que resulta en agrupamiento de follaje corto verde pálido en el extremo de las ramillas . . ." Rocuan *et al*, *cit pos* Arteaga²⁷.

- Lo seco puede referirse al primer, hasta el segundo o hasta el tercer tercio de la copa.

Se caracteriza por una coloración ocre-rojiza del follaje, misma que se asocia con diversas causas, entre las que se cuentan una mala irrigación, o un mal drenaje, heladas, contaminación, o bien agentes bióticos como patógenos (Salinas-Quinard, *com pers*).

- El moteado foliar se identifica con dos manifestaciones:

1. Decoloración puntual de tono amarillento
2. Pústulas algodonosas de color blanco.

²⁷ Arteaga, M. B. 1983. Influencia del suelo y las características en el crecimiento de *Pinus radiata* D. Don en Avototla, Guerrero.

Sobre la base de las experiencias de Blanchard y Tattar *op. cit.*, el primer síntoma se puede deber a la acción de dos microorganismos, *Scirrhia* sp. y *Lophodermium pinastri*. El segundo, se asocia con la presencia de insectos.

- Los insectos fueron registrados con mucha regularidad y se encontraron arácnidos, escarabajos y entomofauna diversa, identificada como *Chionaspis pinifoliae* (Fitch), y probablemente como *Adelges tsuga*, (R Muñiz, *com pers.* 1989).

- La resinosis se reconoce por escurrimientos profusos de resinas, por lo general, a partir de heridas, podas, anillamientos o cualquier daño físico, lo que no es de extrañar si se acepta que esta especie es muy resinera.

- Las formas anómalas corresponden al 33% de los casos de deterioro reportados.

Entre ellas, las "colas de zorro" son muy comunes, y se caracterizan porque no se presentan ramificaciones sobre el eje principal.

Las "herraduras" y los "sacacorchos" suelen desarrollarse por problemas mecánicos que resultan de un crecimiento en altura a un ritmo superior al engrosamiento fustal; por lo tanto, al faltar soporte, el árbol tiende a doblarse o a arquearse.

- La defoliación implica una pérdida severa de las hojas, ocasionada por sequía, por una mala plantación, o según Blanchard y Tattar, *op. cit.*, por *Lophodermium* spp.

También se relaciona con *Zadiprion vallicola*, según lo señaló Hernández en 1981 *cit pos.* González Vicente, *op. cit.*

Otras consideraciones.

A partir de las características de altura, diámetro y cobertura de la mayoría de los árboles estudiados, pudiera pensarse que se trata de enanos, pues en términos de estructura vertical, según Braun-Blanquet²⁸, pertenecerían al estrato arbustivo.

Sin embargo, es sabido que la especie se incorporó al territorio urbano del Distrito Federal en la década de los 70's, COCODER *op. cit.*, pero de las plantaciones estudiadas no se sabe ni cuándo se introdujeron ni cuándo se dejaron de plantar.

Por lo tanto, habría que tomar muestras dendrocronológicas para verificar la edad.

²⁸ Braun-Blanquet, J. 1950. Sociología vegetal.

No obstante lo anterior, si la altura promedio es de 2.60 m y el diámetro de 5.93 cm, entonces la edad del arbolado debe estar entre los 2 y los 6 años, partiendo de la evolución de las plantaciones de la especie, reportada para el Distrito Federal^{29,30}.

Al analizar los valores máximos de altura y diámetro con respecto a los valores reportados para edad, resulta que los árboles crecen en altura prácticamente en la mitad del tiempo (8.5 años, promedio), que el diámetro (19.92 cm, promedio).

Lo anterior coincide con lo que destacaron Villarreal y coautores *op. cit.*, quienes determinaron que los fustes de los árboles en estudio no engrosaron en un período de 3 años.

Así, el crecimiento en altura a un ritmo doblemente superior al diámetro puede explicar la configuración anómala de algunos ejemplares, que tienden a arquearse o a doblarse severamente, al no poder soportar su dimensión en altura.

Por lo que respecta a la gran mayoría de los árboles urbanos de *Pinus radiata* en las zonas de estudio, que difícilmente rebasan los 3 m de alto, pudiera ubicárseles fácilmente como arbustos ornamentales.

Bajo esta condición, vienen fungiendo como barreras retenedoras de polvo y de ruido, como se puede advertir a partir del color grisáceo de su follaje.

En relación a la longitud de las hojas, se advierte mucha heterogeneidad entre individuos del mismo sitio, y más aún entre ejemplares de una delegación a otra.

Pese a lo anterior, al seleccionar una pequeña muestra de 10 árboles por delegación, escogidos al azar, y tomadas 10 ramillas de cada tercio de la copa, se encontró que el intervalo de longitud es de 5.98 a 9.42 cm, resultando las más largas, aquéllas que se ubican en el primer tercio o tercio superior.

Finalmente, con el propósito de reconocer una posible influencia de la distancia al vecino más cercano sobre la incidencia de daños, se aplicó una prueba de X^2 .

Ésta no resultó significativa, pues la distribución de los valores fue muy regular, lo que corresponde a que la incidencia de daños es independiente de la distancia a los árboles más próximos.

De hecho, dicha separación tiende a ser homogénea dentro del mismo sitio, encontrándose distancias de 8 m o más siendo la gran mayoría de 2 a 3.5. m, en promedio.

²⁹ Caballero, D. M. y Carrillo, S. 1968. *Pinetum* del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. 1º Reporte.

³⁰ Villarreal, C. *et al.* 1970. *Pinetum* del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. 2º Reporte.

CONCLUSIONES.

1. La mayoría de los árboles de *Pinus radiata* en la zona urbana del Distrito Federal son bajos y de fustes delgados (altura media de 2.60 m y diámetro de 5.93 cm), presentándose los mejores desarrollos en las delegaciones Tlalpan, Xochimilco y Azcapotzalco.
2. La mayor proporción de ejemplares sanos se registró en Xochimilco.
3. La hiperfoliación, como síntoma de deterioro más común, y las bajas coberturas tienen una relación de dependencia entre sí.
4. Más de la tercera parte de la población de estudio presentó desarrollos anómalos.
5. El 67.50% del arbolado manifiesta daños.

RECOMENDACIONES.

Por tratarse de una especie originaria de un hábitat tan diferente al metropolitano del Distrito Federal, no es extraño que sus ejemplares manifiesten síntomas de deterioro de origen biótico o abiótico, natural o inducido.

A pesar de ser coníferas, son árboles delicados que demandan cuidados, lo que puede verificarse con los ejemplares en mejor estado con respecto a su localización, que goza de labores arborícolas y de enjardinamiento rigurosas.

Tal es el caso de algunos reductos de la Ciudad Universitaria en la delegación Coyoacán; así como en el pedregal de San Angel de la delegación Alvaro Obregón.

Por lo tanto, es predecible un desarrollo fallido, lento y casi estacionario en muchas de las plantaciones sobre banquetas y camellones angostos que bordean avenidas y vías rápidas.

Si se desea conservar los árboles en pie, no deberán esperarse resultados tan satisfactorios como los logrados en terrenos rurales o en otros países, pues ecológicamente la especie está forzada; por lo que deberán incrementarse las labores de jardinería en aquellas partes donde los ejemplares prometan mejor evolución.

AGRADECIMIENTOS.

Se desea extender un reconocimiento a los alumnos Jesús Flores Hernández y Salvador Galicia, así como a las biólogas María Teresa Fernández Galicia, Eva Hooker Schroeder y Graciela M. Sánchez, por su colaboración en el trabajo de campo.

BIBLIOGRAFÍA.

- Arteaga, M. B. 1983. Influencia del suelo y las características en el crecimiento de *Pinus radiata* D. Don en Ayototxtla, Guerrero. Tesis U A C H. Chapingo, México.
- Baerg, H. J. 1973. The western trees. Wm C Brown Company Publishers. Picture Key Nature Series. How to Know. Dubuque, Iowa.
- Blanchard, R. O. and Tattar, T. A. 1981. Field and laboratory guide to tree pathology. Academic Press. New York.
- Braun-Blanquet, J. 1950. Sociología vegetal. A C M E Agency S de R L. Buenos Aires, Argentina.
- Caballero, D. M. y Carrillo, J. S. 1968. *Pinetum del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales (Primer reporte).* I N I F Boletín Divulgativo N° 14 México.
- Campbell, R. C. 1967. Statistics for biologists. Cambridge University Press, New York.
- Cochran, W. G. 1953. Sampling techniques. Hohn Wiley & Sons, Inc. New York.
- Comisión Coordinadora del Desarrollo Rural 1982. 1978-1982. Departamento del Distrito Federal. México.
- Departamento de Distrito Federal. 1984. Manual de planeación, diseño y manejo de las áreas verdes urbanas del Distrito Federal. México.
- Forde, M. B. 1964. "Variation in natural populations of *Pinus radiata* in California", Part. I. Sampling methods and branch characters. New Zealand Journal of Botany, N° 2. pp. 213-236.

- García, de M, E. y Falcón de Gyves, Z. 1974. Nuevo atlas Porrúa de la República Mexicana. Ed Porrúa, México.
- Gibson, I. A. S. y Salinas-Quinard, R. 1985. Notas sobre enfermedades forestales y su manejo. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Boletín Técnico, N° 106. México.
- González, V, C. E. 1984. "Problemas de plagas y enfermedades del *Pinus radiata* D. Don en la ciudad de México y zonas circunvecinas". Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Revista Ciencia Forestal. Vol. 9. N° 49. pp. 15-22.
- Grieg-Smith, P. 1983. Quantitative plant ecology. Blackwell scientific publications. Studies in ecology. Vol. 9. Oxford, G. B.
- Guía Roji . 1986. Ciudad de México. Carta 1:30 000 y 1:500 000. México. D F.
- Gutiérrez, G, M. y Muñíz, V. R. 1984. La situación de las plagas en el bosque de Chapultepec de la ciudad de México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Boletín Técnico N° 100. México.
- Hernández H, M. S. 1986. "Observaciones sobre los insectos que dañan a *Pinus radiata* D. Don en la región central de México". Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. S A R H. México. Revista Ciencia Forestal Vol II N° 60. pp. 75-84.
- Kapton, D. 1985. Conservation of endangered Monterey cypress and Monterey Pine- A proposal. The National Council on Gene Resources. Berkeley, CA.
- Martínez, M. 1948. Los pinos mexicanos. Ediciones Botas, México.
- Mirov, N. T. 1967. The Genus Pinus. The Ronald Press Co. New York.
- Nieto, P, C. 1986. "Síntomas de deterioro del arbolado en algunos bosques de la sierra del Ajusco, México". Biótica. Xalapa, Veracruz, México. Vol. 11. N° 1. pp. 25-44.
- Offord, M. R. S F. Diseases of Monterey pine. Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station. U S D A Forest Service, Research Paper. PSN-14.
- Philips, R. 1985. Los árboles. Ed Blume. Col Libros Blume de la naturaleza. Barcelona, España.

- Rapoport, D. E. H.; Díaz, B. M. E. y López M. R. 1983. Aspectos de la ecología urbana en la ciudad de México. Instituto de Ecología. Museo de Historia Natural de la ciudad de México/Ed LIMUSA. México.
- Salinas-Quinard, R. y Gómez-Nava, M. S. 1975. Enfermedades del *Pinus radiata* D. Don. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. S F F-S A R H. México. Nota Técnica N° 8. México.
- S E D U E. 1986. Informe sobre el estado del medio ambiente en México. Fundación Arturo Rosenblueth, A C. México.
- Tesorería del Distrito Federal. 1985. Carta Urbana, 1: 10,000. D D F. México.
- Villarreal, C. R. *et al.* 1970. *Pinetum* del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales (Segundo reporte). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Boletín Divisional N° 29. México.
- Wright, J. W. 1976. Introduction to forest genetics. Academic Press. New York.
- Wright, M. (Ed) 1979. El Jardín. Guía práctica ilustrada. Ed Blume. Tomo I. Barcelona, España.