

2 ej.
146



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

COMPORTAMIENTO DEL Pinus halepensis Mill. EN UNA PLANTACION EN EL
ESTADO DE CHIHUAHUA

T E S I S
QUE PARA OPTAR POR EL TITULO DE
B I O L O G O

P R E S E N T A

CARLOS ORTEGA CABRERA



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

CONTENIDO

	Página
INDICE DE CUADROS	i
INDICE DE FIGURAS	ii
RESUMEN	iii
1. INTRODUCCION	1
2. ANTECEDENTES	4
2.1. Generalidades	4
2.2. Experiencias con <u>Pinus halepensis</u>	7
2.3. Sistemas de preparación del terreno	9
2.4. Métodos de tratamiento al suelo	11
2.5. Tratamiento a la vegetación	11
3. CARACTERISTICAS RELEVANTES DE <u>Pinus halepensis</u> Mill.	12
3.1. Posición Taxonómica	12
3.2. Características Botánicas y usos	13
3.3. Distribución Geográfica	14
4. CARACTERISTICAS DEL AREA DE ESTUDIO	16
4.1. Localización	16
4.2. Características climáticas	17
4.3. Suelo	18
4.4. Geología	19
4.5. Procedencia de la semilla y producción de la planta	19
5. PREPARACION DEL TERRENO	20
6. MATERIALES Y METODOS	20
6.1. Método de Muestreo	20

6.2. Toma de datos de la plantación a la edad de cinco años	21
6.3. Análisis de información	23
6.3.1. Relación Exposición-Altura (crecimiento)	23
6.3.2. Relación Altura-total Diámetro a 10 cm de altura ...	23
6.3.3. Area Basal a 10 cm de altura	24
6.3.4. Diámetro	25
6.3.5. Supervivencia	25
6.3.6. Relación Exposición - Supervivencia	25
6.3.7. Altura	26
7. RESULTADOS Y DISCUSION	27
7.1. Relación Exposición-Altura (crecimiento)	27
7.2. Relación Altura - Diámetro medido a 10 cm de altura	28
7.3. Area Basal a 10 cm de altura	28
7.4. Diámetro	31
7.5. Supervivencia	32
7.6. Relación Exposición - Supervivencia	32
7.7. Altura	34
8. CONCLUSIONES	36
9. BIBLIOGRAFIA	38

INDICE DE CUADROS

Página

Cuadro 1.	Posición taxonómica de <u>Pinus halepensis</u> Mill. Gausen, (1961)	42
Cuadro 2.	Heladas registradas en el área de estudio durante el período 1975 - 1979	43
Cuadro 3.	Algunas propiedades físico-químicas del suelo del área de estudio	44
Cuadro 4.	Sitios circulares de muestreo levantados en la plantación	45
Cuadro 5.	Clasificación por categoría diamétrica, frecuencia y altura media de los árboles muestreados	46
Cuadro 6.	Áreas basales unitarias encontradas para cada categoría diamétrica	47
Cuadro 7.	Valores de frecuencia, área basal (m^2), calculados para cada uno de los sitios de la plantación	48
Cuadro 8.	Frecuencias reales obtenidas por categoría diamétrica en la plantación	49
Cuadro 9.	Precipitación (mm) registrada durante el período 1975 - 1979 en la plantación	50
Cuadro 10.	Valores utilizados para obtener la Media Aritmética, Desviación Media y la Desviación Estandar de la altura alcanzada en la plantación de <u>Pinus halepensis</u> Mill.	51
Cuadro 11.	Secuela de cálculos para la relación Exposición-Altura.	52

INDICE DE FIGURAS

Página

Figura 1. La especie en el sitio de plantación	55
Figura 2. Diagrama que señala la localización de la plantación de <u>Pinus halepensis</u> Mill.-.....	56
Figura 3. Fluctuación promedio de la temperatura y precipitación durante el período 1975 - 1979 en el área de plantación (Tomada de la Estación Presa El Rejón). ..	57
Figura 4. Perfil No. 1 que indica los tipos de horizontes que componen el suelo en el área de estudio	58
Figura 5. Maquinaria que se utilizó en el subsoleo del terreno.	59
Figura 6. Distribución de los sitios en la plantación	60
Figura 7. Gráfica que nos representa la altura promedio de los árboles y sus desviaciones estandar por exposición en la plantación	61
Figura 8. Línea de regresión estimada para la relación "Altura total - Diámetro a 10 cm. de altura" de acuerdo a la ecuación $Y = 0.111 + 272 X$	63
Figura 9. Gráfica de frecuencias porcentuales de los valores -- diamétricos de <u>Pinus halepensis</u> Mill.	68

El presente estudio muestra la evaluación de una plantación de Pinus halepensis Mill. ubicada en los suburbios de la ciudad de Chihuahua. El objetivo del estudio fue conocer la relación que existe entre diversas variables dasométricas, para poder inferir el comportamiento de la especie en la zona de plantación.

Los resultados de la evaluación muestran que a la edad de 5 años, la especie Pinus halepensis Mill. presenta el mismo crecimiento en altura en cualquier exposición y no existen diferencias significativas en la variable supervivencia; asimismo, que existe una relación altamente significativa entre las variables Altura y Diámetro a 10 cm de altura.

El diámetro promedio para la plantación fue de 4,0 cm, aunque se presentan diámetros de 8,5 cm como máximo, pero en menor frecuencia. El área basal -- promedio de la plantación medida a 10 cm de altura es de $0.9720 \text{ m}^2/\text{ha}$.

INTRODUCCION.

Ortega y Zerecero (1983), reportan que en el Estado de Chihuahua existe una superficie de 6,045 hectáreas que ha sido reforestada, para restitución de zonas que han tenido una sobre explotación, afectadas por incendios o por cambios del uso del suelo; las cuales al abandonarse sufren una erosión acelerada. Muchas instituciones han realizado trabajos como el Establecimiento de Cortinas Rompivientos, Protección de Cuencas Hidrográficas, Obras Civiles para el control de asolves y otras. Dichas obras, tienen por objeto la recuperación de suelos; sin embargo, existen algunas excepciones en el establecimiento de plantaciones, cuyos fines son puramente comerciales.

Generalmente, estas plantaciones se establecen con especies nativas de la región o de áreas aledañas y que supuestamente se pueden adaptar con facilidad a las nuevas condiciones, tanto climáticas como edáficas.

Por otra parte, existen plantaciones de especies exóticas. Estas tienen que enfrentarse a un medio con diferentes condiciones climáticas y biológicas, etc. que frecuentemente las eliminan; sin embargo Wright (1976) indica que la introducción de especies exóticas tienen ciertas posibilidades de éxito, como las logradas en Sudáfrica, Taiwan, Chile y Australia.

En cuanto a los factores biológicos, podemos mencionar la interacción de otros organismos con la planta, que puede ser benéfica o perjudicial. En el primer caso, se tiene a los simbioses como las micorrizas y bacterias fijadoras de Nitrógeno que ayudan a la planta a obtener mayor cantidad de nutrientes. El segundo caso se refiere a los agentes de las plagas y enferme-

dades que afectan a la planta, entre los que destacan algunos insectos y hongos, o bien, una asociación de ambos que pueden llegar a afectar su crecimiento.

Los factores mencionados influyen de una u otra manera en el crecimiento en diámetro y altura de la planta, parámetros que tradicionalmente son considerados aislados de los factores del medio en el momento de evaluar el desarrollo de la planta.

Patiño (1978) hace énfasis en el uso de especies introducidas, indicando que juegan un papel importante en el mejoramiento de especies forestales, y que pueden ser utilizadas con fines o bien para programas de mejoramiento en donde se ha obtenido variabilidad genética por hibridaciones con especies nativas.

Por lo anterior, es importante evaluar no solamente los parámetros altura y diámetro, sino también como influyen sobre éstos los factores biológicos y climáticos.

Con esta finalidad se inició el estudio de la plantación ubicada al Noroeste de la ciudad de Chihuahua, en el Ejido "Labor de Terrazas", establecida en 1975 con Pinus halepensis Mill., especie que por su condición de exótica puede proporcionarnos información importante de su comportamiento en la región a los cinco años de establecida.

La plantación de 17,834 plantas que da un promedio de 743 árboles por hectárea, se efectuó por personal de la Delegación Forestal y de la Fauna durante

los meses de junio a julio de 1975.

La evaluación aporta datos de interés ecológico e industrial para la zona semi-árida de la ciudad de Chihuahua; permite conocer algunos parámetros sobre el comportamiento, funcionamiento y respuesta al medio de la especie Pinus halepensis Mill., lo que permitió conocer su valor para actividades de reforestación, para mejorar y conservar el suelo y la ecología urbana de la ciudad de Chihuahua. La conformación de copa le confiere características estéticas que la hacen apta para plantaciones urbanas. En el aspecto comercial se describen datos que ayudarán a justificar y respaldar proyectos para el establecimiento de plantaciones que mejoren la producción forestal de la zona.

Conforme a estas reflexiones, los objetivos que se fijaron para la evaluación de esta plantación fueron:

- Conocer el comportamiento de la especie y su crecimiento en relación a las características del sitio.
- Establecer el tipo de relación existente entre las variables dasométricas- altura y diámetro.
- Determinar la supervivencia de la plantación y reconocer los factores causantes de la mortalidad.

2. ANTECEDENTES.

2.1. Generalidades.

Las plantaciones forestales representan una alternativa para aumentar la producción de madera, celulosa, papel, leña combustible, madera aserrada, tableros aglomerados y otros productos forestales. Caballero y Zerecero (1974), mencionan que países como: Brasil, Argentina, India, España, Chile, Sudáfrica, Nueva Zelanda y otros, cuentan con grandes superficies plantadas y han desarrollado avances técnicos en el establecimiento y manejo de dichas plantaciones.

En México existen plantaciones desde hace muchos años, pero no fue hasta 1958 cuando la empresa Fibracel, S.A., estableció la primera plantación comercial en ciudad Valles, San Luis Potosí; posteriormente en 1974 en la Sabana, Oaxaca, se inició el establecimiento de la plantación "Ing. Jorge L. Tamayo" destinada a la producción de pasta celulósica (Escárpita, 1978).

La mayoría de las plantaciones del país se han establecido para proteger recursos como el suelo y el agua, existiendo numerosos ejemplos, tales como las establecidas por la U.I.E.F. San Rafael en el Ejido Tequesquináhuac, en el municipio de Texcoco; las establecidas por la Subsecretaría Forestal en la llamada Barrera de Oriente, las de PROTINBOS, en la Comunidad Indígena de Tepaxco, Municipio de El Oro, Estado de México, y otras (Vázquez, 1978).

Existen algunos trabajos de evaluación de plantaciones forestales, entre las que pueden mencionarse las realizadas por Caballero y Zerecero (1974) con el estudio de una plantación comercial de Pinus leiophylla, P. montezumae, P. patula, P. ayacahuite y Cupressus lindleyi, ubicada en Atzacualoya, municipio de Tlalmanalco, Estado de México. Los objetivos que plantearon fueron: determinar rendimientos, rentabilidad y relación de algunas variables dasométricas a la edad de diez y ocho años y medio. Los resultados registrados de los veintidos sitios de muestreo demostraron que Pinus leiophylla es la especie con la mayor relación del volumen aportado por especie, así como el volumen medio por ha y el volumen total producido por ser la especie más abundante dentro de la plantación. Por categoría diamétrica y área basal el Pinus leiophylla fue el de mayor aportación; el incremento medio anual en volumen por ha y el volumen total por ha fue de $10.8500360 \text{ m}^3/\text{ha}$ y 200.731580 m^3 respectivamente, y se concluyó que el porcentaje del Incremento Medio Anual en volumen de la masa fue de 5.40% y las categorías diamétricas más abundantes fueron 0.15 y 0.16 m.

Por otro lado hace mención de las consideraciones económicas del costo de la plantación desde la recolección de la semilla, la producción de planta en vivero, el traslado y las observaciones de la plantación definitiva. En sus estimaciones para el año de 1974, el costo final fue de \$238,875.00 M.N. y un capital inicial de \$57,532.51 M.N. (U.S. \$4,602.60).

Ramírez (1978), evaluó la plantación de Pinus patula, ubicada en --

Villa de Allende, Estado de México y determinó los rendimientos maderables y la relación existente entre algunas variables dasométricas, el grado de asociación entre ellas, así como una metodología práctica para la obtención de estos valores en una plantación de -- treinta y cinco años y medio de edad.

Torres (1978), reporta que el método de subsoleo resulta mucho más efectivo en Chihuahua (95% de supervivencia), en plantaciones de cepa común de las especies Pinus engelmanni, P. durangensis, y P. arizonica.

Ramírez y Pech (1981) evaluaron plantaciones de Pinus brutia, Pinus engelmanni, P. arizonica, P. durangensis y P. cembroides, en -- los municipios de Guerrero, Bocoyna y Balleza en el Estado de Chihuahua, reportando valores de supervivencias entre los 60 y 90%, y concluyendo que las plantaciones forestales pudieran tener éxito si se tuviera esmero en garantizar supervivencia y estricto control de los principios técnicos de plantación.

Ortega y Zerecero (1983) indican que las plantaciones forestales -- en el Estado de Chihuahua, se iniciaron formalmente en el año de -- 1958 y que para 1982 se habían plantado un total de 6,045 hectáreas en 114 plantaciones establecidas por las Unidades de Administración Forestal, Jefatura del Programa Forestal e Iniciativa Privada; que estas plantaciones se encuentran en terrenos ejidales y particulares, y que se han realizado con fines de recuperación de suelos, -- parques recreativos y para investigación, con especies exóticas como

Pinus brutia. var. eldarica, Pinus halepensis y Pinus brutia.

Por otra parte describen y hacen mención de las técnicas de preparación del suelo y la maquinaria utilizada en la elaboración de plantaciones, siendo de esta última la más usada el tractor agrícola y arados de subsuelo. El sistema de plantación más usual fue el de cepa común, con una densidad que varió de 600 a 3,000 plantas por hectárea. Asimismo, se indica que las plantaciones presentan una supervivencia que varía del 3 al 95%, y que la mortalidad ha sido ocasionada por ataque de Dendroctonus rhizophagus y por efecto de pastoreo. Concluyen que los esfuerzos en materia de plantaciones, han sido dispersos y poco consistentes.

2.2. Experiencias con Pinus halepensis.

Flores (1971) recopiló los resultados obtenidos en los trabajos de investigación, así como los logros y experiencias con Pinus halepensis en Chihuahua, quedando de la siguiente manera:

1. La Unión de Productores Forestales e Industriales de Chihuahua, estableció cinco parcelas de Pinus halepensis en diferentes altitudes y climas utilizando plántulas de quince meses de edad con altura de 4 a 27 cm, establecidas a un espaciamiento de 1, 2 y 3 m, concluyendo que la especie debe ser plantada en sitios con alturas mayores a los 2,000 m.s.n.m. con temperaturas no menores de 10° C.

2. Celulosa de Chihuahua, S.A., estableció dos parcelas en Colonia-Anáhuac, Chih., para la preparación de la primera, se barbechó - totalmente el terreno y se levantaron bordos a nivel y distancias variables. Las plantas tenían 15,5 meses de edad con altura de 15 a 20 cm; se plantaron a un metro de separación entre una y -- otra plantas. En la segunda plantación solo se levantaron bor-- dos a nivel y sobre ellos se plantaron a igual distancia. Se re registraron supervivencias de 1.4% y 59.1% respectivamente; siendo la conclusión más importante obtenida la de que el factor crítico que afectó a la supervivencia fue la falta de lluvia con in-- vierno seco.

3. En la Presa Chihuahua, se estableció una plantación con 794 plan-- tas de Pinus halepensis de 16 meses. En surcos a nivel, se bar-- bechó y se levantaron los surcos con espaciamento de 5 y 5.70 m y con espaciamento entre planta y planta de 2, 3, 4 y 5 m, obte-- niéndose una supervivencia de 76,8%, se indica que la especie -- prosperó satisfactoriamente, considerando que el área cuenta con una precipitación de 400 mm anuales y que sus temperaturas míni-- mas extremas fluctúan entre -10 y -15° C. A esta plantación se-- le dieron riegos de auxilio en una temporada de extrema sequía.

En resumen, este autor indica que Pinus halepensis es especie -- apropiada para propagarse en escala comercial en todas las regio-- nes semidesérticas de esta entidad, donde la precipitación míni-- ma de lluvias alcance por lo menos los 400 mm anuales y sus tem-- peraturas mínimas sean de -10 a -15 °C y en altitudes de 1,500 a

2,000 m.

Existen otras experiencias con la especie Pinus halepensis en -- Coahuila, donde Gutiérrez y Col. (1978) hicieron una evaluación del método más eficiente de reforestación en condiciones de suelo pobre, y determinara la relación más adecuada entre el área de escurrimiento de captación de agua de una microcuenca, así como el escurrimiento de agua captada en microcuencas, relacionándolo con el desarrollo de la planta para las especies Chilopsis linearis, Cupressus sempervirens y Pinus halepensis. Los sistemas de plantación estudiados fueron: Saucedá 1, Saucedá 2 y Gradoní.

El estudio consistió en trazar curvas a nivel con intervalo horizontal de 20 a 26 m en las cuales se construyeron las microcuencas con bordes de 25 cm. de altura. Los resultados a que se llegó en cuanto a la especie Pinus halepensis fueron: en el Sistema Gradoní las plantas se presentaron más vigorosas pero con valores menores en cuanto a altura y diámetro. En el Sistema Saucedá 2, obtuvieron plantas con los mayores portes y alturas. Las conclusiones indican que no existen diferencias entre métodos de plantación y el tamaño de cuenca, para ninguna de las especies; sin embargo, en los datos se refleja superioridad principalmente de Chilopsis linearis, lo que se atribuye a la cantidad de agua captada por la microcuenca, en comparación a las demás. También se indica que desde el punto de vista económico el tratamiento que presenta los mejores resultados fue el Gradoní, por su fácil

y rápida construcción.

García (1963), realizó en Aragón, España, un ensayo con diferentes métodos de propagación para Pinus halepensis, procedente de una zona árida. Las observaciones en cuanto a supervivencia y crecimiento en altura fueron relacionadas con la profundidad de suelo, la precipitación y la altura del área de ensayo. En este trabajo por carecer de suficientes no se dan conclusiones ni recomendaciones.

2.3. Sistemas de preparación del Terreno.

El primer paso en el establecimiento de plantaciones forestales, es la preparación manual del terreno. Esta preparación se aplica de acuerdo a las características que presente el área de plantación, tales como su fisiografía, el tipo de suelo o inclusive en aquellas áreas que se tenga que aplicar desmonte total. Estas técnicas o sistemas de preparación del terreno representan suma importancia en los resultados que se obtengan en las evaluaciones futuras, Pimentel (1978) menciona algunos sistemas que se pueden utilizar en la preparación del terreno: cepa común, a pico de pala, zanja ciega, zanja trinchera y sistema español. Estos sistemas son aplicables conforme a lo que el técnico considera recomendable, para que al establecer la plantación, la planta tenga más posibilidades de adquirir un mejor desarrollo.

2.4. Métodos de tratamiento de suelo.

La aplicación de los métodos mecánicos son utilizados únicamente -- cuando se pretende realizar un buen aflojamiento al terreno mediante el uso de maquinaria pesada como subsoladores y tractores D-6 o D-7. El subsolado puede ser por camellones, terrazas canal, subsolado total o bien subsolado a nivel como el utilizado en el establecimiento de la plantación realizada y que a continuación se describe.

Subsolado a nivel.- Su aplicación es requerida en aquellos suelos con pendiente no mayores de 20%, con escasa o nula vegetación. -- Se trazan curvas con un clisímetro, indicando con piedras el curso que seguirá el tractor para efectuar el subsolado, éste puede hacerse con tractores provistos de subsoladores (o roturadores) con separaciones de 2 m siguiendo la línea a nivel, la roturación del suelo se tiene cuando al regreso uno de los picos del subsolador se introduce en una de las hendiduras ya hechas, y el otro pico abre una nueva y así sucesivamente, conservando siempre la distancia de 2 m. La plantación se efectúa sobre la línea del subsolado, con la separación deseada entre planta y planta.

2.5. Tratamiento a la vegetación.

Desmonte total del matorral.- Se aplica en aquellos terrenos que presentan pendientes menores del 25%, con vegetación de matorral y-

precipitaciones bajas como factor crítico. El desmonte se realiza con maquinaria pesada (tractor con 3 a 5 zancos), que afloja la tierra y arranca arbustos mediante la función de las rejas y la cuchilla. El establecimiento de la planta se hace mediante la formación de un pequeño hoyo, según la distancia.

Desmonte parcial del matorral.- Es muy común cuando por las condiciones económicas o técnicas no es posible el desmonte total del terreno. Este sistema se puede hacer por desmonte parcial o en fajas alternas, siguiendo las curvas a nivel; se efectúan los mismos trabajos que en el desmonte total. La planta es colocada mediante la formación de una cepa sobre las líneas que deja el tractor.

3. CARACTERISTICAS RELEVANTES DE Pinus halepensis Mill.

3.1. Posición Taxonómica.

Nahal (1962) y Mirov (1968), de acuerdo con la descripción de Gausen (1961), reportan que Pinus halepensis Mill. pertenece a la familia Pinaceas, Género Pinus, subgénero Pinus, Sección Halepensoides y grupo Halepensis. En el Cuadro 1 se presenta la posición taxonómica de esta especie, en la Figura 1 un ejemplar en el sitio de la plantación.

Esta especie fue descrita por primera vez por Duhamel en 1755, con el nombre de Pinus hierosolomitana Duham. Miller (1768) lo describe bajo el nombre de Pinus halepensis Mill. (tomado de Nahal, 1962) nombre que hasta la fecha ha permanecido sin ninguna modificación - por los botánicos,

Nahal (1962) cita otros nombres como: Pinus abasia Hort., Pinus halepensis Poir., Pinus arabica, Pinus cairica D., Pinus genvensis -- Cook Sketch., Pinus persica Strangw., Pinus tartarica Hort., Pinus sylvestris Govan., Pinus maritima Lamb. y Pinus mediterranea Willk.

3.2. Características Botánicas y usos.

Según Flores (1971) la especie alcanza alturas de 15 a 20 m. Presenta una corteza de color gris plateado, lisa y brillante cuando se encuentra en estado juvenil, adquiriendo una corteza espesa con grietas ampliamente escamosas de color rojo en su estado maduro. El mismo autor describe las demás características siguientes:

Flores femeninas.- Son conillos penduculares de color verde matizado de rosa violáceo.

Flores masculinas.- Amentos amarillos matizados de color rojo, son oblongos y poco apretados.

Floración.- Para el Mediterráneo se presenta en el período abril - mayo.

Conos.- Son ovoide-cónicos, sostenido por un pedúnculo de 1 a 2 cm son solitarios o verticilados, de 6 a 12 cm de largo, con 4 cm de ancho.

Semillas.- Presentan un color de gris a gris oscuro; de 5 a 6 mm de largo y con una ala tres veces más larga que la semilla.

Tallo.- Desde joven se levanta tortuoso, al principio crece rápidamente.

La copa.- Es redonda aplastada en la punta, casi siempre simétrica y más desarrollada por el lado donde recibe la luz.

Sistema radical.- Raíz pivotante muy desarrollada en buenas condiciones, especialmente en el fondo de los valles, o raíz muy desarrollada en la superficie de los terrenos rocosos donde aprovecha bien las fisuras de las rocas.

Madera.- Se utiliza principalmente en la fabricación de cajas, toneles, celulosa y extracción de resina y colofonia.

3.3. Distribución Geográfica.

Según el reporte de Nahal (1962) y Mirov (1968), el Pinus halepensis Mill, cuyos nombres comunes son: Pino alepo, Pino carrasco, Pino español, Pino Jerusalem, Oren Yurushalayini (hebreo) y Soowber (arabe), se encuentra ampliamente distribuida en la Región del Medi

terráneo, principalmente en Marruecos, poblando áreas reducidas y discontinuas que dan origen a manchones poco importantes, destacan en importancia en la Costa del Mediterráneo: en Argelia es muy común formando masas forestales; en Túnez se le encuentra en la Región El "Qued Mellegene", en la afluyente de la Med Jorda; en el Dor sal Tunesina constituye los macizos más importantes en los bosques de Djebel Mansour, Hiedra Dum. Djedbour o de los Mad Joars y Tarja na Dermis, asociado con Quercus ilex. Se encuentra distribuido hasta Libia (Cyrenaica) bajo la vertiente del Mediterráneo de Djebel Akahadarn, en el Norte de Africa, con afloramiento desde la orilla del Norte del Desierto del Sahara. En Palestina y Jordania se puede encontrar formando bosques puros o mixtos con Quercus calleprinos. Al Sur de Libia se le encuentra restringido entre los 0 y 600 m.s.n.m.; en el Norte de Akkar y en Durríe se encuentra mezclado con Q. calleprinos, y en poca cantidad con Pinus brutea en Turquía y Siria. En Albania se le encuentra limitado, ocupando las regiones litorales, pero habitando las bases montañosas; en Grecia a 100 m.s.n.m.; en Yugoslavia, en las partes más calientes de la Costa Adriática con regimen climático subhúmedo. En Italia compone grandes macizos en la Costa Laminna, en la Provincia de Terante y en Georganó. En España, habita casi toda la Región del Mediterráneo penetrando hacia el interior en veinticuatro provincias sin alejarse de la Costa, formando las poblaciones más importantes en Barcelona y Málaga. En Francia forma macizos en Marsella y Alexen, Provenza y toda la región del Sur.

El pino alepo según F.A.O. (1968) es una especie que es indiferen--

te a la profundidad del suelo, ya que se encuentra en suelos poco profundos, o bien en los que presentan buena profundidad. En cuanto al tipo de sustrato en que se encuentra más comúnmente se puede decir que es el de aquellos formados por el resultado de la intemperización tanto física como química de las piedras calizas, la cual origina suelos de poca profundidad, dentro de los que se incluyen a los arcillo-arenosos, donde la especie llega a alcanzar una altura promedio de 10 a 12 m. Sin embargo, no le son propicios todos aquellos suelos que contengan un porcentaje elevado de arcilla, como -- los llamados suelos pesados; generalmente, habita en condiciones semiáridas, subhúmedas templadas, con temperatura que varía entre -10 y 36 °C, con una precipitación que va desde los 200 a 800 mm. Crece en altitudes desde el nivel del mar hasta los 1,200 m.s.n.m. Otros suelos en que se desarrolla la especie son de tipo calcáreo y marmol calcáreo, que son donde se llegan a formar bosques naturales puros o mixtos; también se le encuentra habitando en terrenos con margas, terra rosa, calcáreos duros y fisurados, calcáreos dolomíticos y -- margas dolomíticas, suelos que son muy comunes tanto en el Mediterráneo como en los países del Norte de África, Marruecos, Túnez, Libia, etc., continuando hasta el Sur de España.

4. CARACTERÍSTICAS DEL AREA DE ESTUDIO.

4.1. Localización.

La plantación se encuentra ubicada en el Ejido "Labor de Terrazas",

Mpio. de Chihuahua, aproximadamente a 5 km al Noroeste de la Ciudad, esta limitada al Norte y Noroeste por el arroyo y desagüe de la Presa "El Rejón", al Sur y Suroeste por la Presa y el canal del Chuvís-car, y al Suroeste por los Ejidos "Labor de Terrazas" y "El Portillo". Las coordenadas geográficas en la cual se encuentra son $28^{\circ} 37'$ de latitud Norte y $108^{\circ} 06'$ de longitud Oeste del Meridiano de Greenwich. La Figura 2, señala la ubicación geográfica del área de estudio.

4.2. Características climáticas.

La zona en cuestión se encuentra a una altura de 1,457 m.s.n.m. y según García (1967) presenta un clima que pertenece al grupo de los climas secos, con clasificación BW_k ; (Climas áridos o desérticos con temperaturas media anual menor de 18°C).

Según la Estación Presa El Rejón, y datos obtenidos del Servicio Meteorológico del Estado de Chihuahua, durante el período de 1975-1979 el área presentó una precipitación promedio de 427.18 mm distribuida durante las lluvias de invierno y verano, en que los meses de julio a agosto fueron de mayor precipitación pluvial (Figura 3).

Por lo que se refiere a la temperatura, durante el mismo período, la máxima extrema promedio fue de 30.4°C , y la mínima extrema de 3.4°C , llegando a descender hasta -6.9°C en el mes de enero.

Las primeras heladas se registraron en otoño, durante los meses de octubre y noviembre; también se presentaron en primavera, durante los meses de marzo y abril, según se indica en el Cuadro 2.

4.3. Suelo.

Para determinar las características físico-químicas del suelo que comprenden el área donde se encuentra establecida la masa arbolada-artificial, se levantaron dos perfiles de suelo y se tomaron muestras de 0 a 25, 25 a 45 y de 45 a 80 cm de profundidad (Figura 4). Los análisis se realizaron en el laboratorio de Agrología, dependiente de la S.A.R.H. en Chihuahua, Chih. Los resultados indican la presencia de un suelo que varía de franco-arcillo-limoso a franco-arcillo-arenoso, con un pH de 7.18 a 7.99; esta es una reacción que va de neutro a moderadamente alcalino (Hernández y Sánchez, - - 1973). En el Cuadro 3 se presentan algunas propiedades físico-químicas en el área de estudio. Según Miller, Turk y Foth (1970) y de acuerdo a los porcentajes de arena, arcilla y limo, pertenecen a los suelos no plásticos; suelos muy pobres por la presencia de Cuarzo. (Si O₂).

El tipo de suelo que ocupa el área de estudio, pertenece al Serosen (Robinson, 1967). A estos suelos también se les considera como los llamados desérticos y semidesérticos, donde se localizan los climas áridos muy extremos.

4.4. Geología.

En cuanto a la composición mineral, el área presenta contenidos de materia orgánica mediano y bajo en fósforo, pero presenta cantidades extremadamente altas de potasio y carbonato de calcio. Según Leet y Judson (1980), el mineral que compone el tipo de roca es de origen ígneo, se encuentra formado por silicatos, principalmente por silicio y oxígeno, encontrándose como los más comunes el cuarzo y feldespatos, comprendidos dentro de los compuestos minerales inorgánicos no ferromagnesianos.

4.5. Procedencia de la semilla y producción de la planta.

De acuerdo a los antecedentes proporcionados por el Ing. Emilio Flores Calderón (*); la semilla de Pinus halepensis empleada procede de Sicilia, Italia, misma que fue puesta a disposición de los viveros oficiales de las "Virgenes" y "Lázaro Cárdenas", para la producción de planta, la cual permaneció en los viveros de 14 a 16 meses.

(*) Director Técnico de la U.A.F. No. 2 "Bosques de Chihuahua". Comunicación personal.

5. PREPARACION DEL TERRENO.

La preparación del terreno se efectuó en el año de 1975 durante el mes de mayo. El sistema utilizado fue el subsolado en curvas a nivel con maquinaria pesada, sistema muy común en terrenos poco degradados y de escasa vegetación. Para la aplicación del sistema se siguieron los pesos anteriormente señalados en el apartado correspondiente a subsolado a nivel.

El subsolado se realizó con un tractor D-5 de 10 toneladas y un "Ripper" o subsolador de 90 cm de altura (Figura 5). El subsolado fue de 90 cm de profundidad con un espaciamiento que varió de 4 a 6 m.

Se levantaron bordos a nivel, de 60 a 80 cm de altura.

La planta se estableció al lado del bordo, con un espaciamiento entre planta y planta de 2 m aproximadamente.

6. MATERIALES Y METODOS.

6.1. Método de Muestreo.

Como acción inicial se efectuó un recorrido por todo el área de la plantación (24 hectáreas), con objeto de definir las variables del terreno y en consecuencia el tipo de muestreo más apropiado, habiéndose definido que el muestreo más deseable para esta plantación era el sistemático. Los criterios que se tomaron para aplicar este --

muestreo fueron: 1) carencia de un plano que reflejara con exactitud la superficie real de la plantación, sobre el cual se pudieran trazar el marco para la selección de unidades al azar, 2) la plantación es uniespáfrica y de la misma edad y 3) de acuerdo al recorrido inicial no existen variaciones sistemáticas, edáficas y fisiográficas que pudieran sesgar la muestra. Después de elaborar un croquis de la plantación se definió la orientación y distanciamiento entre los sitios y se procedió a su delimitación; se usaron sitios circulares de $1,000 \text{ m}^2$, levantando un total de 26 sitios, con un espaciamento de 100 m entre sitio y sitio y entre franja y franja, con una orientación de E a W, aplicando una intensidad de muestreo total de 10.8% (Cuadro 4, Figura 6).

6.2. Toma de datos de la plantación a la edad de 5 años.

A continuación se desglosan las actividades que se llevaron dentro de cada una de las zonas.

- 1). Se delimitaron cada uno de los sitios por medio de un cable de 17.84 m, compensando esta distancia en función de la pendiente mediante la fórmula: $\text{Sen } A = \frac{a}{c}$ donde:

Sen A = Grados de la pendiente del sitio.

a = Distancia del cable = 17.84 m.

c = Compensación de pendientes.

- 2). Para la compensación, se usaron los valores obtenidos mediante la fórmula descrita.
- 3). Los árboles localizados fuera del sitio fueron marcados y sirvieron como límite de cada sitio.
- 4). Los datos registrados en cada lugar fueron:
 - Número. Se estableció una estaca en el sitio marcándose con números progresivos.
 - Exposición. Medida con brújula.
 - Altitud. Medida con altímetro y aproximación al metro. (m.s.n.m.).
 - Supervivencia.
 - Sanidad de arbolado. Se registraron cualquier evidencias de plaga o enfermedades.
 - Diámetro con corteza. Diámetro medido con cinta diamétrica a 10 cm de altura de los árboles.
 - Altura. Longitud de los árboles, medida desde la base al ápice.
- 5). Con el fin de conocer la composición físico-química del suelo, se levantaron dos perfiles para su análisis y los resultados se mencionaron en el inciso correspondiente al suelo.

6.3. Análisis de Información.

6.3.1. Relación Exposición - Altura (crecimiento).

Para determinar la relación existente entre la exposición de cada sitio de plantación y la altura que ha adquirido la especie a la fecha se definieron las siguientes actividades:

- 1). Se agruparon los sitios por exposición, dando un total de nueve grupos (Cuadro 4).
- 2). Se obtuvieron las alturas promedio de los árboles por cada sitio.
- 3). Se consideraron exposiciones que presentaran dos o más sitios con el fin de no obtener datos disparados.
- 4). Por medio de un análisis de varianza para muestras de tamaño desigual (con una significancia de 95%), se compararon los crecimientos promedio de las exposiciones, la secuencia de los cálculos se muestran en el Cuadro 11.

6.3.2. Relación Altura total - Diámetro a 10 cm de altura.

Con el objeto de encontrar alguna relación entre estas dos variables, se consideraron diámetros y alturas de los 1,387 árboles de los 26 sitios muestreados. Los diámetros obtenidos que variaban de 1.0 cm a 8.5 cm, se clasificaron por categorías diamétricas, con un rango de variación de 0.5 cm a 0.5 cm' se agruparon por frecuencia y se obtuvieron las alturas -

medias para cada una de ellas según se indica en el Cuadro

5. Se calculó por el método de mínimos cuadrados la recta de regresión lineal y se estimó el coeficiente de correlación.

6.3.3. Area basal a 10 cm de altura.

Inicialmente se elaboró una tabla de áreas basales unitarias en función de los valores de cada una de las categorías diamétricas, utilizando la fórmula $\frac{\pi D^2}{4} (n)$, recomendada por Caballero, García y Frola, (1973)⁴.

Donde:

π : constante 3.1416

D^2 : Diámetro al cuadrado a 10 cm de altura.

n : Número de árboles presentes en el sitio.

Los valores se muestran en el Cuadro 6.

Con la ayuda de estos valores se facilitó la agrupación de los diámetros por categoría diamétrica y se calcularon las áreas basales para cada uno de los 26 sitios.

Obtenidos los valores de las áreas basales para cada uno de los sitios se procedió al cálculo de los estimadores básicos en donde se obtuvieron: área basal media, varianza y desviación estandar, error estandar, coeficiente de variación, tanto por sitio de muestreo como por hectárea.

6.3.4. Diámetro.

Se llevó a cabo una agrupación por frecuencias reales y acumulativas con la finalidad de conocer el comportamiento y la estructura diamétrica de la plantación.

6.3.5. Supervivencia.

Para evaluar el porcentaje de supervivencia se definió la siguiente secuencia:

- Se determinó el número de plantas vivas y muertas para cada uno de los sitios.
- Se obtuvo porcentaje de árboles vivos en relación al total, para cada sitio.
- Se determinaron los estimadores de Media, Varianza, Desviación Estándar y Error, para la totalidad de sitios.

6.3.6. Relación Exposición - Supervivencia.

Para definir esta relación se siguieron los pasos que a continuación se exponen:

- Se usó la misma metodología utilizada para definir la relación exposición - altura.
- Se realizó un análisis de varianza usando un diseño para muestras de tamaño desigual y un 5% de error.

6.3.7. Altura.

Con la finalidad de conocer el comportamiento en altura de la plantación se calcularon los estimadores básicos para esta variable.

Se tomaron en cuenta las alturas de cada uno de los 1,387 árboles muestreados con el fin de obtener la Media Aritmética, Desviación Media, Desviación Estandar, Coeficiente de Variación y Frecuencias.

7. RESULTADOS Y DISCUSION.

7.1. Relación Exposición - Altura (crecimiento).

Los resultados obtenidos mediante el análisis de varianza indican que no existe diferencias significativas entre los crecimientos en alturas alcanzadas en cada una de las exposiciones de la plantación. Lo anterior podría indicar que la diferencia de altura no es lo bastante significativa. Sin embargo, las alturas máxima y mínima alcanzada se encuentran en las exposición NE y SE, como se muestra en la Figura 7. En la misma figura se aprecia que los valores de Error Estandar de los valores medios de altura de las primeras dos exposiciones antes mencionadas se encuentran muy cercanas excepto la exposición E, al índice de crecimiento obtenido de la Media de Medias $\bar{X} = 1.28$ m, con $S_{\bar{X}} = \pm 0.04$ m, que es como debería de comportarse la altura.

Es evidente resaltar que la altura mínima y máxima alcanzada por la plantación se presentan en las exposiciones E y SE, respectivamente, donde ambas están expuestas más tiempo al sol. Es obvio mencionar que la menor altura alcanzada por la plantación en la Exposición E, se debe a que ésta presenta suelo poco profundo originando, que la humedad relativa disminuya más rápidamente al aumentar la luz y la temperatura, ocasionando que el sistema radicular del arbolado no contara con la suficiente humedad; sucediendo lo contrario para la exposición SE, que cuenta con suelo profundo, y como consecuencia la humedad relativa disminuye menos.

Considerando la profundidad del suelo, éste será una limitante en posteriores etapas de crecimiento; se espera si esto fuera cierto que los suelos de mayor profundidad den mejores crecimientos y quizá la diferencia se manifieste una vez que la plantación haya alcanzado más edad.

7.2. Relación Altura total - Diámetro medido a 10 cm de altura.

En el Cuadro 5 se presentan los valores de altura y diámetro obtenidos de 1387 árboles muestreados, estos resultados fueron graficados y alistados por mínimos cuadrados, los cuales se presentan en la Figura 8, en la que podemos observar que existe una relación directamente proporcional entre la variable altura y diámetro a 10 cm de altura, representada por la ecuación $Y = 0.111 + 0.272 X$, con un r de 0.98, que además tiene un valor de F que indica que no existe diferencia significativa entre los puntos experimentales y los calculados de cuadrado medio de error con 0.014.

Lo anterior indica que durante las primeras etapas de desarrollo, la altura total de P. halepensis, en la zona de estudio puede ser estimada en función al diámetro medido a 10 cm de altura, con la ayuda de un modelo lineal obtenido.

7.3. Area Basal a 10 cm de altura.

El área basal total estimada de la plantación es de 1.933973 m². El

sitio que aporta la mayor área basal es el 7 con 0.19634 m^2 , y un-²⁹
total de 115 árboles; la menor área basal se presenta en el sitio-
19 con 0.01152 m^2 , y solo 13 árboles, como se muestra en el Cuadro
7.

La desviación estándar del sitio con $S = 0.00407 \text{ m}^2$, muestra que-
el arbolado presenta mayor variación en cuanto al área basal y co-
mo consecuencia el diámetro obtenido. Por otra parte, el sitio 19
con $S = 0.000632 \text{ m}^2$, a pesar de contar con poco arbolado, presenta
poca variación del área basal.

En el mismo Cuadro 7, se tiene que el sitio 13 con 17 árboles apor-
ta un área basal de 0.147069 m^2 , y por individuo 0.008651 m^2 , valo-
res superiores en comparación a los sitios que presentan mayor nú-
mero de arbolado. Es de resaltar que el área basal adquirida por-
este sitio se debe a que los árboles presentan mejor desarrollo en
cuanto a su diámetro.

Para los estimadores de muestreo indicados en la metodología, se -
consideró únicamente los sitios que presentaron arbolado, siendo un
total de 21, los resultados son los siguientes:

Área Basal media (utilizando la Media Aritmética).

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} = \frac{1.933973}{21}$$

$$\bar{X} = 0.092094 \text{ m}^2 .$$

Varianza y Desviación Estandard.

$$\sum_{i=1}^n x^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n x)^2}{n}$$

$$s^2 = \frac{\quad}{n - 1} = \frac{0.21644 - (1.933973)^2/21}{20}$$

$$s = 0.00191 \text{ m}^2$$

$$s = s^2 = 0.00191$$

$$s = 0.0437 \text{ m}^2$$

Error Estandard

$$s_{\bar{x}} = \frac{s}{n} = \frac{0.0437}{4.58}$$

Coficiente de variación.

$$C.V. = \frac{s}{\bar{x}} (100) = \frac{0.0437}{0.0972094} (100) = 0.4495$$

$$C.V. = 44.95\%$$

Estimación por hectárea.

$$\bar{x} = \bar{x} (10) = 0.0972094 (10)$$

$$\bar{x} = 0.972094 \text{ m}^2$$

Varianza y Desviación Estandar.

$$s^2 = 100 (s^2) = 100 (0.00191).$$

$$s^2 = 0.191 \text{ m}^2$$

$$s^2 = s^2 = 0.191$$

$$s = 0.43 \text{ m}^2$$

El desarrollo del área basal media a los cinco años de establecida - la plantación es de 0.0972094 m^2 , mientras que por hectárea aporta - 0.972094 m^2 . Por otra parte, tenemos que el coeficiente de varia- - ción con 44.95%, muestra que las áreas basales obtenidas para cada - sitio, presentan gran variación, lo que indica que encontramos árbo- - les que han adquirido diámetros entre 1.0 hasta 8.5 cm.

7.4. Diámetro.

En lo que respecta a frecuencias, el Cuadro 8 indica que el diámetro que con más frecuencia se presenta en la plantación es de 4.0 cm con 229 árboles y una frecuencia de 16.51%, siguiéndole en orden descen- - dente la categoría de 3.0 cm con 224 árboles, representada por 12.68% de frecuencia. Sin embargo, en la plantación se encontraron catego- - rías más altas como las de 8.0 y 8.5 cm que solamente están represen- - tadas con 0.14% de frecuencia. En la Figura 9, se puede apreciar -- una distribución de frecuencias normal, que indica que el diámetro - adquirido por la plantación se ha comportado mediante una curva nor- - mal.

7.5. Supervivencia.

De los 17,384 árboles de la plantación sobrevivieron el 56.49% (9,820 árboles), porcentaje que se encuentra por encima de algunas obtenidas por Flores (1973), con el 1 al 59% de supervivencia con la misma especie en parcelas establecidas en Cd. Anáhuac, donde al terreno se le aplicó barbecho y bordos a nivel.

Sin embargo, si comparamos los resultados con los de Gutiérrez y Col. (1978) quienes reportan valores de 64 y 77% para la misma especie -- con la aplicación de los sistemas de plantación Saucedá 1, Saucedá 2 y Gradoni, en Torreón, Coah., encontramos un incremento probablemente causado por la capacidad de captación y retención de agua empleados por estos autores que favorecieron el crecimiento. De la misma forma comparando las experiencias obtenidas por Oviedo (1980) donde reporta valores de supervivencia de 51 a 84% con la especie P. halepensis, en el área de reforestación de los terrenos de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", se observó que la supervivencia alcanzada por la plantación no es muy baja. Desafortunadamente si comparamos los resultados con especies nativas se ve que el subsoleo es eficiente como lo reporta Torres (1981) para las especies P. arizonica, P. durangensis, P. engelmanni con sobrevivencias de -- 95%.

7.6. Relación Exposición - Supervivencia.

En todos los sitios la supervivencia fue baja pero aparentemente no -

es afectada por las diferentes condiciones que presenta el área de estudio, ya que el análisis de varianza para la relación Exposición - Supervivencia, no se obtuvieron diferencias significativas.

Sin embargo, las causas que posiblemente influyeron en la escasa su pervivencia de la plantación se citan a continuación:

1. La precipitación que se presentó durante los años 1975, 1977 y - 1979, del orden de los 250 mm anuales (Cuadro 9) fué factor crítico para la adaptación y desarrollo de las plantas, principalmente en - el año en que estableció la plantación.
2. Otro factor que se puede mencionar es la temperatura de -8°C -- que se presentó durante el primer invierno después de la plantación definitiva, y que ocasiona que algunas plantas no adaptadas a su ue vo medio murieran.
3. De igual forma se menciona a la profundidad del suelo, que juega un papel importante para el comportamiento, desarrollo y funciona-- miento fisiológico del sistema radicular de las plantas, y es a la-- vez decisiva para la adaptación a su medio; por lo que la superviven-- cia puede ser manifestada por los diferentes grados de profundidad - de suelo que presenta el área.

Es evidente que los árboles que cuentan con suelo profundo muestran excelente desarrollo radicular, para una mejor obtención de nutrientes; mientras que aquellos árboles en suelo poco profundo, la raíz -

alcanza menor crecimiento, lo que implica un desequilibrio funcional en la planta.

4. Por lo que respecta a las condiciones topográficas que presenta la plantación, se puede mencionar que la variación de las pendientes influyera en la infiltración y retención de agua; o bien que el subsoleo aplicado fuera insuficientemente profundo para que la raíz de la planta, durante el primer año de plantación no contara con la humedad necesaria.

7.7. Altura.

La altura media en la plantación es de 130 cm. En el Cuadro 10, se presentan los valores de altura de toda la muestra arreglada que -- parten de un valor de 38 cm, que se incrementan 25 cm, cada vez para formar las diferentes categorías.

En este Cuadro se puede apreciar que la categoría altura de mayor frecuencia es la de 112,4 - 137,1 cm, con una marca de clase de - 124,8 cm representando el 22,57% de la muestra.

El rango varía de 28 a 286 cm, y este último valor se encuentra en menor frecuencia dentro de la plantación (0.29%). Asimismo, se observa que el 9,52%, de la muestra presenta una altura mayor a 186 cm, lo cual indica que los árboles de mayor tamaño se presentan en una frecuencia menor, hecho que se refleja aún más al apreciar que el 58,54%, de la muestra presenta una altura menor a 137,1 cm.

En lo que se refiere al incremento medio anual en altura (ima_h) de la plantación se tiene:

$$ima_h = \frac{\text{Altura media de la plantación}}{\text{Edad de la plantación}}$$

$$ima_h = \frac{130}{5} = 26 \text{ cm/año}$$

Este valor de incremento anual es superior al encontrado por Gutiérrez y Col. (1978) para la misma especie quien reporta para tres tratamientos (Sauceda 1, Sauceda 2 y Gradoni) incrementos anuales que van de 21 a 26 cm/año. Estos incrementos pueden deberse a que los sistemas de plantación utilizados presentan capacidad de captación de agua. Sin embargo, Oyiedo (1980) reportó incrementos anuales para P. halepensis de 44 cm/año en estudios realizados en el área de reforestación de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro".

Existen reportes (Vela, 1979) para especies como P. patula, que logra alcanzar incrementos anuales hasta de 100 cm/año, en Cofre de Perote y Pico de Orizaba, Veracruz. Esto nos permite notar que con otras especies y condiciones favorables se puede mejorar la producción, para zonas de clima templado frío. Sin embargo, la producción para P. halepensis podría mejorarse en zonas semiáridas.

8. CONCLUSIONES.

Las conclusiones que se derivan del presente estudio son las siguientes:

- a). No existen diferencias estadísticas en los crecimientos en altura -
logrados en las diversas exposiciones que presenta la plantación.
- b). Existe una relación altamente significativa entre la variable altura
y diámetro la cual se puede ajustar a través de un modelo lineal
simple. Por lo que las alturas alcanzadas por la plantación están
dadas por el diámetro.
- c). La distribución de diámetro y alturas se comportan como una distri-
bución normal, la cual a su vez es una expresión de que la especie-
no ha entrado en competencia en cuanto a espacio. Pero tampoco con-
vence en cuanto a la efectividad de la plantación ni a la bondad de
la especie.
- d). La plantación presenta una supervivencia de 56.49%, la cual puede -
considerarse como alta si tomamos en cuenta las limitaciones climá-
ticas y edáficas que tuvo que soportar durante las primeras etapas-
de desarrollo. Sin embargo, la supervivencia es baja en relación -
con los resultados obtenidos por Torres (1978), con especies nati-
vas de P. arizonica, P. durangensis y P. engelmanni con 95%. Por -
consecuencia, la plantación no tuvo el éxito esperado ni la especie
P. halepensis resultó la adecuada.

- e). No existen diferencias estadísticas en la relación Exposición - Su pervivencia, por lo que la mortalidad sufrida en la plantación puede ser debido a las condiciones climáticas y edáficas presentes en el área.
- f). El incremento de altura anual con 26 cm/año, por el P. halepensis, es aceptable, por considerarse entre los valores obtenidos por Gutiérrez y Col. (1978) con 21 a 26 cm/año, y los de Oviedo (1980) - con 44 cm/año, ambos con la misma especie y en condiciones ecológicas diferentes.
- g). Por su belleza, conformación, crecimiento y en sí, la plantación puede funcionar como área verde para embellecimiento y productora de oxígeno para la ciudad.

9. BIBLIOGRAFIA.

- Caballero D.M., García A.D. y Frola P.S. 1973. Tablas numéricas para la cu
bicación de trozas. Nota I.N.F., No. 23., S.F.F., Dirección General del
I.F.C. 3 p.
- Caballero D.M. y Zerecero L.G. 1975. Estudio de una Plantación comercial -
de Coníferas. S.F.F. Unidad Industrial de Explotación Forestal de San -
Rafael. 109 p.
- Escárpita H.J. 1978. Aspectos generales de la Plantación Comercial de la -
"Sabana", en el Estado de Oaxaca. Primera Reunión Nacional. S.A.R.H., -
Dirección General de Investigación y Capacitación Forestales. I.N.I.F.,
Pub. esp. No. 13. México, D.F. pp. 424 - 437.
- Flores C.E. 1973. Bosques y Fauna. "Experiencias sobre Propagación del Pi
nus halepensis". Servicio Forestal de México. Vol. 2. México, D.F.
- F.A.O. 1968. Notas sobre semillas forestales. Colección F.A.O., Cuaderno-
de Fomento Forestal. No. 5. 120 p.
- García MA., E. 1966. Apuntes de climatología. Universidad Nacional Autónó-
ma de México. México, D.F.

- García S.J. 1963. Estudio de los métodos de repoblación con Pinus halepensis en Aragón. I.N.I. Ministerio de Agricultura, Madrid, España. pp. 73 - 108.
- Gutiérrez C.J., Zapién B.M., Medina T.J. y De la Cruz C.J. 1978. Establecimiento de especies forestales en zonas áridas. Tesis Profesional. - U.A.A.A.N., Saltillo, Coah. México. 52 p.
- Hernández S.R. y Sánchez J.C. 1973. Guía para la descripción y muestreo de suelos de áreas forestales, Bol. Divi. No. 12, S.A.G., S.F.F., I.N.I.F. México, D.F. 87 p.
- Leet D. y Judson S. 1980. Fundamentos de geología 5a. Ed. Limusa. México D.F. pp. 43 - 54.
- Miller C.E., Turk L.M. y Foth H.D. 1971. Fundamentos de la ciencia del suelo 1a. Ed., C.C.S.A. México.
- Mirov N.I. 1968. The Genus Pinus. Ronald. Press Co. New York.
- Nahal I. 1962. Le Pin D'alep. (Pinus halepensis Mill.). Etude taxonomique, phytogéographique, écologique e sylvicole. Ecole National des Eaux et Forêt. 14 Rue Girardet, Francia.
- Ortega C.C. y Zerocero L.G. 1983. Las plantaciones forestales en el Estado de Chihuahua. S.A.RH., S.F., I.N.I.F., C.I.F.O.NOR., Chihuahua, Chih. Nota Div. No. 7. 15 p.

- Oviedo R.J. 1980. Inventario de las alternativas de transformación de especies forestales de la Sierra de Zapaliname. Tesis Profesional. - U.A.A.A.N. Saltillo, Coah. 88 p.
- Patiño V.F. 1978. Métodos de mejoramiento genético. Plantaciones Forestales. Primera Reunión Nacional S.A.R.H., Dirección General de Investigación y Capacitación Forestales. I.N.I.F. Publ. esp. No. 13. México, D.F. pp. 88 - 96.
- Pimentel B.L. 1978. Preparación de terreno en plantaciones forestales. -- Plantaciones Forestales. Primera Reunión Nacional. S.A.R.H., Dirección General de Investigación y Capacitación Forestales. I.N.I.F., Publ. -- esp. No. 13. México, D.F. pp. 167 - 193.
- Ramírez D.E. 1978. Evaluación de una plantación de Pinus patula en el Estado de México. Plantaciones Forestales. Primera Reunión Nacional. - S.A.R.H., Dirección General de Investigación y Capacitación Forestales. I.N.I.F. Publ. esp. No. 13. México, D.F. pp. 338 - 352.
- Ramírez J.G. y Pech. 1981. Plantaciones Forestales. C.P.D. PROFORTARAH. Chihuahua, Chih., 42 p.
- Robinson W.G. 1967. Suelos su origen, constitución y clasificación. 2a. ed. Omega S.A., Barcelona, España. pp. 403 - 431.
- S.P.P. 1970. Como es México. Coordinación General del Sistema Nacional de Información, México, D.F. pp. 19 - 23.

Torres M.J. 1978. Método y sistemas de plantaciones forestales. Plantaciones Forestales. Primera Reunión Nacional S.A.R.H., Dirección General de Investigación y Capacitación Forestales. I.N.I.F. Publ. esp. - No. 13. México, D.F. pp 278 - 280.

Vázquez S.J. 1978. Política y legislación sobre plantaciones Forestales. Primera Reunión Nacional. S.A.R.H. Dirección General de Investigación y Capacitación Forestales. I.N.I.F. Pub. Esp. No. 13. México, D.F. pp. 409 - 413.

Vela G.L. 1980. Contribución a la ecología de Pinus patula. S.A.R.H. -- Subsecretaría Forestal y de la Fauna. I.N.I.F. Publ Esp. No. 19. México, D.F. 109 p.

Wright J.W. 1976. Introduction to forest Genetics. Academic Press. New York. San Francisco, London, pp. 359 - 399.

Cuadro 1. Posición taxonómica de Pinus halepensis Mill, Gaussen (1961).

Familia: Pinaceas (Abietaceas).

Género: Pinus

- | | | | |
|------|---------------------------------|---------------------------------------|--|
| 1. | SUBGENERO <u>Pinus</u> | 1. Sección Taedoponderosoides | Ejem: <u>Pinus taeda</u> (SE de América del Norte) |
| | | 2. Sección Merkusiooides | Ejem: <u>Pinus merkussi</u> Jungh y de Uries. |
| | | 3. Sección Halepensisoides | Ejem: <u>Pinus halepensis</u> Mill. (Región del Me diterráneo). |
| | | Grupo <u>Haldreichii</u> | Ejem: <u>Pinus leucodermis</u> And (Los balkanes y Sur de Italia P. <u>leucodermis</u> Ant. de Calabria, Albania, Yugoslavia, Grecia y P. <u>halepensis</u> chi. Christ, de Albania y Tesselia). |
| | | Grupo <u>Halepensis</u> | Ejem: <u>Pinus halepensis</u> Mill. y P. <u>brutia</u> -- Tem. (Región del Mediterráneo). |
| | | Grupo <u>Longifolia</u> | Ejem: <u>Pinus longifolia</u> Roxbt. y Lamb. (Pendiente de las Himalayas P. <u>canariensis</u> C. Smith de las Canarias). |
| | | 4. Sección <u>Kasyosilyestrojides</u> | Ejem: <u>Pinus sylvestris</u> L. (Europa). |
| | | 5. Sección <u>Parryanooides</u> | Ejem: <u>Pinus parryna</u> Eng. (California). |
| II. | SUBGENERO <u>Ducampopinos</u> . | 1. Sección <u>Krempfloides</u> | Ejem: <u>Pinus krempfii</u> Lec. (Vietnam). |
| III. | SUBGENERO <u>Cembrapinos</u> . | 1. Sección <u>Armandooides</u> | Ejem: <u>Pinus armandi</u> Franchet (Centro W de China). |
| | | 2. Sección <u>Parvifloroides</u> | Ejem: <u>Pinus parviflora</u> Sieb. et. Zucc. (Japón). |
| | | 3. Sección <u>Strobooides</u> . | Ejem: <u>Pinus strobus</u> L. (Este de América del Norte). |
| | | 4. Sección <u>Flexiloides</u> . | Ejem: <u>Pinus flexilis</u> Jamas. (México, Rocheuse). |

Cuadro 2. Heladas registradas en el área de estudio durante el período 1975 - 1979.

AÑO	DÍAS SIN HELAR	ULTIMAS HELADAS				DÍAS SIN HELAR	PRIMERAS HELADAS		
		MAR	DÍAS	ABR	DÍAS		OCT	DÍAS	NOV
1975	77		18			234			13
1976	109				14	171	7		
1977	94				5	217			9
1978	77		18			253			27
1979	69		8			237	37		

CUADRO 3. Algunas propiedades Físico - químicas del suelo del área de estudio.

CARACTERISTICAS	PROFUNDIDAD (cm)		
	0.25	25 - 45	45 - 80
COLOR *	7.5 YR 3/3	5 YR 4/3	5 YR 5/4
TEXTURA			
% ARENA	60.88	52.88	60.88
% LIMO	14.00	16.00	18.00
% ARCILLA	25.12	31.12	21.12
pH	7.18	7.54	7.99
% DE MATERIA ORGANICA	2.05	1.98	0.48
N ₂ T	0.144	0.139	0.034
P ₂ p.p.m.	1.2	1.2	0.0
K ₂ Kg/Ha	700	980	1120
% Ca Ca ₃	0.10	0.58	6.83

* De acuerdo a las tablas de Munsell.

Cuadro 4. Sitios circulares de muestreo levantados en la plantación.

EXPOSICION	PENDIENTE DEL TERRENO		PROMEDIO DE LA PEN DIENTE POR EXPOSICION
	No. SITIOS MUESTREADOS	GRADOS	
Z	5	0	0.0
N	1	2	2.0
S	2	2	3.0
	1	5	
E	2	2	3.0
	1	5	
W	1	3	3.0
	1	1	
NE	1	2	2.3
	1	4	
	2	3	
NW	1	6	4.0
	2	1	
SE	3	3	2.5
	1	2	
	1	3	
	1	3	

Cuadro 5. Clasificación por categorías diamétrica, frecuencia y altura media de los árboles muestreados.

CATEGORIA DIAMETRICA (CM)	FRECUENCIA	ALTURA MEDIA (m)
1.0	5	0.53
1.5	14	0.47
2.0	67	0.60
2.5	100	0.75
3.0	224	0.84
3.5	183	1.00
4.0	229	1.07
4.5	176	1.44
5.0	161	1.49
5.5	99	1.72
6.0	61	1.78
6.5	36	1.97
7.0	15	2.21
7.5	13	2.12
8.0	2	2.02
8.5	2	2.44

Cuadro 6. Areas basales unitarias encontradas para cada categoría diamétrica.

CATEGORIA DIAMETRICA	AREA BASAL UNITARIA (m)
1.0	0.000078
1.5	0.000176
2.0	0.000314
2.5	0.000490
3.0	0.000706
3.5	0.000962
4.0	0.001256
4.5	0.001590
5.0	0.001963
5.5	0.002375
6.0	0.002827
6.5	0.003318
7.0	0.003848
7.5	0.004417
8.0	0.005026
8.5	0.005674

Cuadro 7. Valores de frecuencia, área basal (m^2), calculados para cada uno de los sitios de la plantación.

SITIO No.	No. DE ARBOLES EN 1000 m^2	AREA BASAL (m^2)	AREA BASAL PROMEDIO (m^2)/ SITIO
1	73	0.074809	00.001024
2	94	0.100825	0.002072
3	74	0.081936	0.001107
4	55	0.070136	0.000947
5	45	0.080542	0.001789
6	59	0.072021	0.001220
7	115	0.196349	0.001707
8*	-	-	-
9	79	0.083016	0.001050
10 *	-	-	-
11	13	0.014176	0.001090
12*	-	-	-
13	17	0.147069	0.008651
14	54	0.057412	0.001063
15	74	0.160731	0.002172
16	54	0.074279	0.001375
17	60	0.082152	0.001369
18	80	0.146771	0.001834
19	15	0.011152	0.000743
20*	-	-	-
21	76	0.078245	0.001156
22	88	0.087905	0.000998
23	85	0.152288	0.001791
24*	0	-	-
25	97	0.176852	0.001823
26	80	0.117671	0.001470
	1,387	1.933973	

* Sitios sin arbolado.

Cuadro 8. Frecuencias reales obtenidas por categoría diamétrica en la plantación.

CATEGORIA DIAMETRICA (cm)	FRECUENCIA REAL	FRECUENCIA REAL %
0.5	-	-
1.0	5	0.3604
1.5	14	1.0093
2.0	67	4.8305
2.5	100	7.2098
3.0	224	16.1499
3.5	183	13.1939
4.0	229	16.5104
4.5	176	12.6892
5.0	161	11.6077
5.5	99	7.1377
6.0	61	4.7979
6.5	36	2.5955
7.0	15	1.0814
7.5	13	0.9372
8.0	2	0.1441
8.5	2	0.1441

Cuadro 9. Precipitación (mm) registrada durante el período 1975 - 1979 en la plantación.

AÑO	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
1975	10.5	0.0	0.0	0.0	INAP	24.2	76.4	65.5	80.0	INAP	0.0	12.0	259.6
1976	2.0	INAP	INAP	2.0	119.5	50.2	146.0	70.0	118.5	10.5	0.0	28.0	576.5
1977	4.0	INAP	3.5	7.0	1.0	117.0	81.0	22.0	29.0	74.0	INAP	0.0	339.0
1978	0.5	INAP	3.0	INAP	25.0	45.5	51.0	155.0	262.5	79.5	1.0	16.0	635.0
1979	5.0	1.0	5.5	2.0	11.0	43.5	138.5	95.0	47.0	0.0	0.0	2.0	351.0
1980	INAP	2.0	3.5	0.0	INAP	54.0	8.5	196.0	152.5	16.0	6.5	1.5	440.0
	21.5	3.0	15.5	11.0	152.5	334.4	492.4	604.0	685.0	180.0	7.5	59.5	427.18
\bar{x}	3.5	0.5	2.5	1.83	25.4	55.7	82.0	100.6	114.1	30.0	1.25	9.8	

INAP. Inapreciable

Cuadro 10. Valores de Intervalo de Clase (I.C.), frecuencia (F); frecuencia real (F%), Marca de clase (X = M.C.), para obtener la Media (\bar{x}) de la altura (cm), alcanzada en la plantación de Pinus halepensis Mill.

I.C (cm)	F	X	F(%)	F.X	F.x ²
Menor que 38	0	0	0	0	0
38.0 - 62.7	56	56.42	4.03	2822.40	142248.96
62.8 - 87.5	167	75.2	12.04	12558.40	944391.68
87.6 - 112.3	276	100.0	19.90	27600.00	2760000.00
112.4 - 137.1	313	124.8	22.57	39062.40	6042643.20
137.2 - 161.9	270	149.6	19.47	40392.00	6042643.20
162.0 - 185.9	173	174.0	12.47	30102.00	5237748.00
186.0 - 211.5	79	198.8	5.70	15705.20	3122193.76
211.6 - 236.3	33	224.0	2.38	7392.00	1655808.00
236.4 - 261.1	10	248.8	1.15	3980.71	990423.04
261.2 - 286.0	4	273.6	0.29	1094.40	299427.84
	1,387		100.00	180709.6	26069872.0

Para la Media (\bar{x})

$$\bar{x} = \frac{f \cdot x}{f} = \frac{180709.6}{1387} = 130$$

$$\bar{x} = 130 \text{ cm.}$$

Cuadro 11. Secuela de cálculos para la relación Exposición - Altura.

Corrección para la media (C).

$$C = \frac{\left(\sum_{ij} x_{ij} \right)^2}{\sum_i r_i}$$

$$C = \frac{(2\ 258.76)^2}{18} = \frac{5\ 101\ 996.738}{18} = 283\ 444.263$$

$$C = 283\ 444.263$$

Suma de cuadrados Total (SC_T)

$$SC_T = \sum_{ij} x_{ij}^2 - C$$

$$SC_T = (109.09)^2 + (148.5)^2 + \dots + (129.5)^2 - 283\ 444.263$$

$$SC_T = 292\ 029.713 - 283\ 444.263 = 8\ 585.45$$

$$SC_T = 8\ 585.45$$

Suma de Cuadrador para Tratamientos (SC_t)

$$SC_t = \sum_i \frac{x^2}{n} - C$$

$$SC_t = \frac{(257.59)^2}{2} = \frac{(244.22)^2}{2} + \dots + \frac{(380.86)^2}{3} - 283\ 444.263$$

$$SC_t = 284\ 473.427 - 283\ 444.263$$

$$SC_t = 1\ 029.164$$

Suma de Cuadrados del Error (SC_E)

$$SC_E = SC_T - SC_t$$

$$SC_E = 8\ 585.45 - 1\ 029.164$$

$$SC_E = 556.286$$

Continúa Cuadro 11. Secuela de cálculos para la relación; Exposición Altura.

Para Cuadrados Medios (CM_T)

$$CM_T = \frac{SC_T}{GLT-1} = \frac{1\ 029.164}{5} = 205.832$$

$$CM_T = 205.832$$

Para Cuadrados Medios (CM_E)

$$CM_E = \frac{SC_E}{GLE}{12} = 629.69$$

$$CM_E = 629.69$$

Para el cálculo del valor de F.

$$F = \frac{CM_T}{CM_E} = \frac{205.832}{629.69} = 0.3268$$

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	Fc
Exposición	5	1029,164	205.832	0.3268 ^{NS}
Error	12	7556.286	629.69	
T o t a l	17	8585,450		

NS. No significativa al 5%.

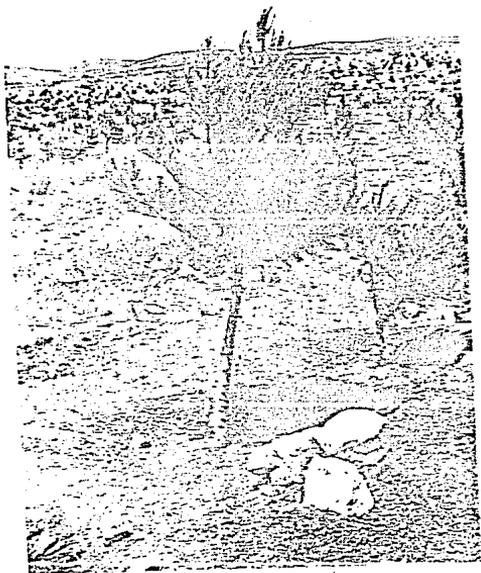


Figura 1. La especie en el sitio de
plantación.

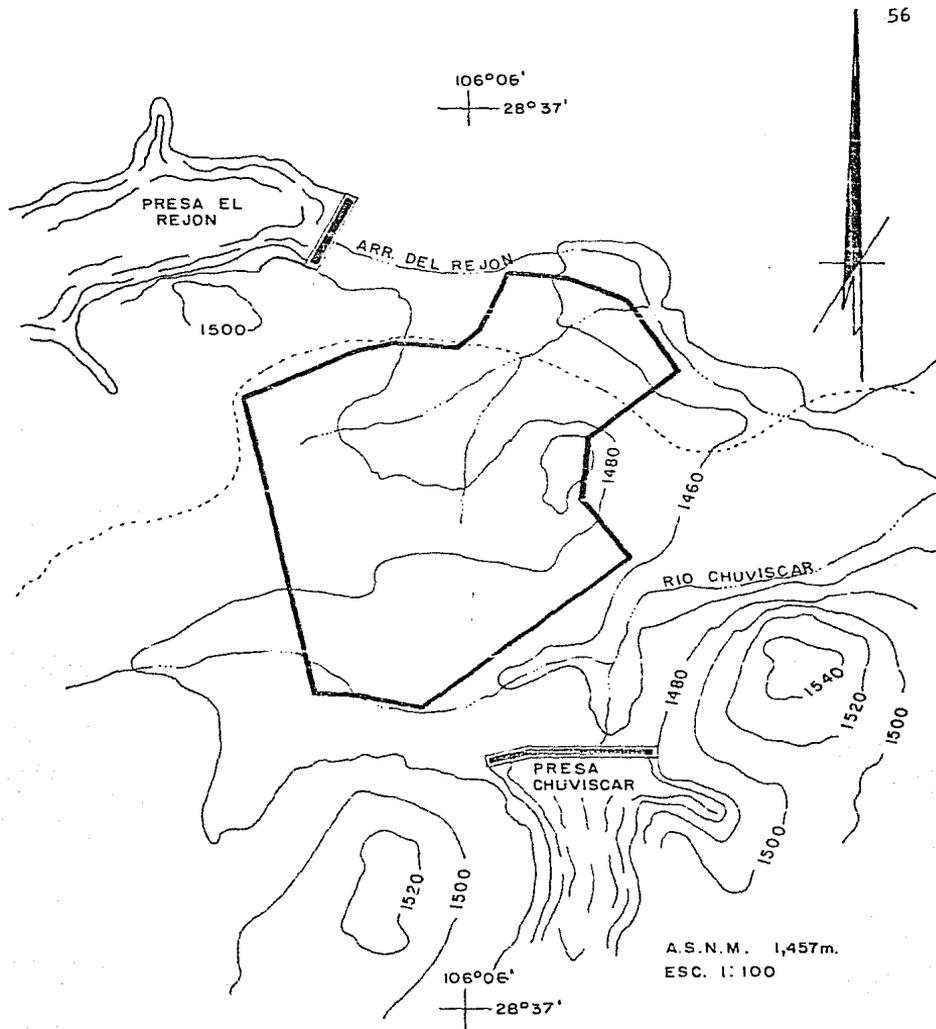


FIGURA 2.- DIAGRAMA QUE SEÑALA LA LOCALIZACION DE LA PLANTACION DE Pinus halepensis MILL.

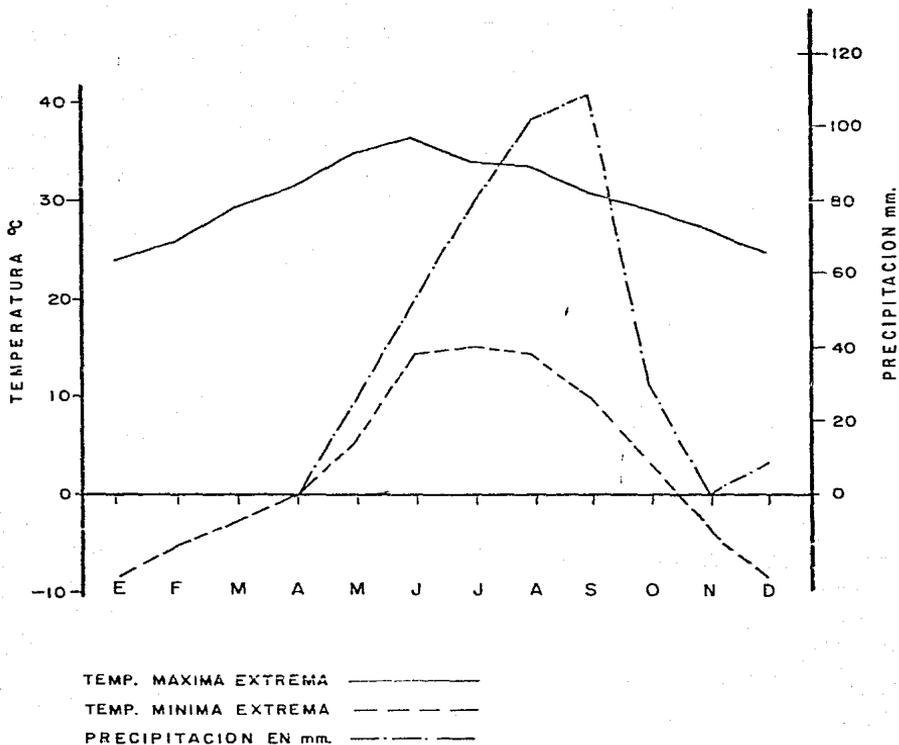


FIG. 3.- Fluctuación promedio de la temperatura y precipitación durante el período 1975-1979 en el área de plantación (Según datos de la caseta meteorológica El Rejón).

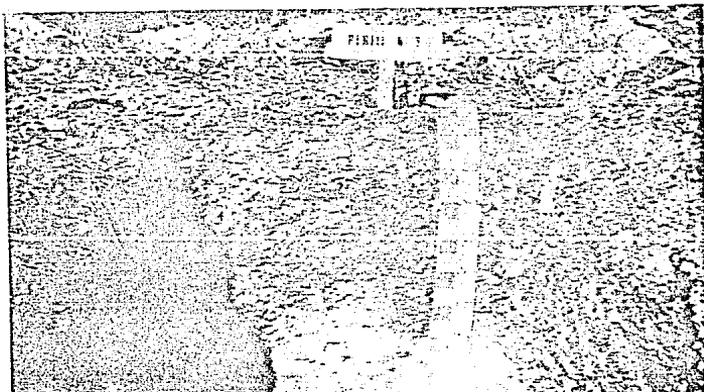


Figura 4. Perfil No. 1 que indica los tipos de horizontes que componen el suelo en el área de estudio.



Figura 5. Maquinaria que se utilizó en el subsoleo del terreno.

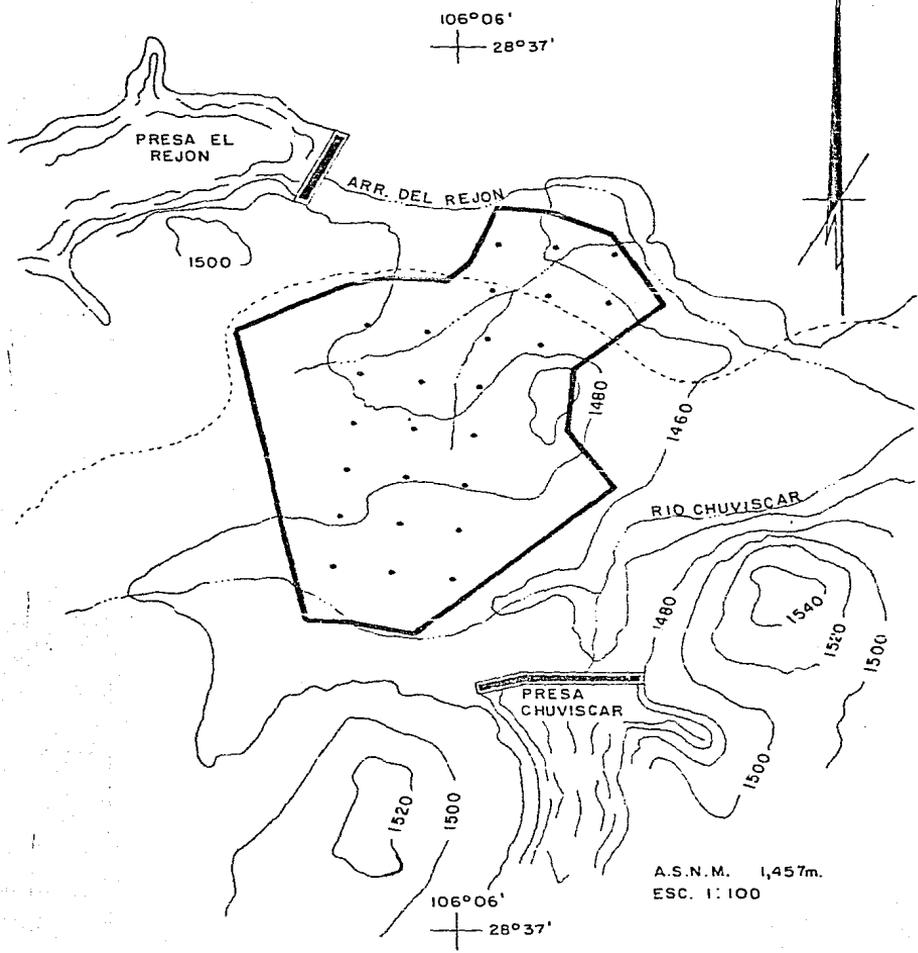


FIGURA 6- DISTRIBUCION DE LOS SITIOS EN LA PLANTACION.

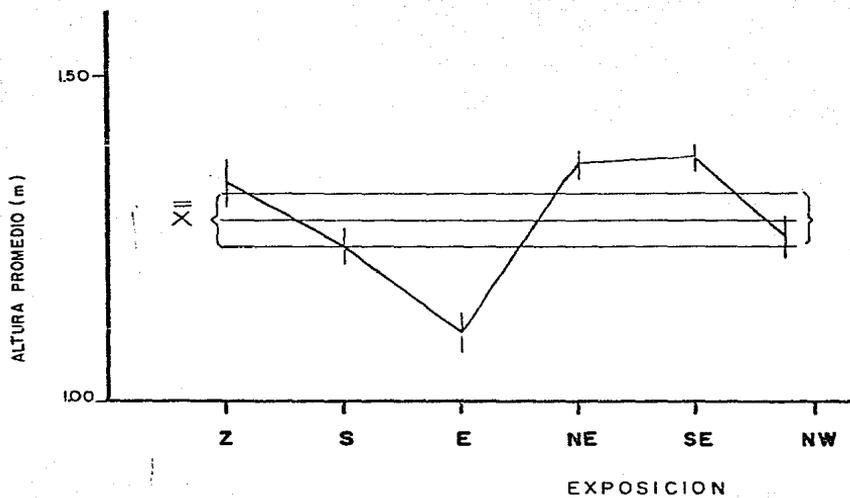


FIG. 7.- Grafica que representa la altura promedio de los árboles por exposicion en la plantacion, y el error estandar $\{S_{\bar{x}}\}$ para cada media.

EXPOSICION	No. DE ARBOLES	ALTURA (m) (\bar{X})	S (m)	$S_{\bar{X}}$ (m)
Z	139	1.34	0.46	0.04
S	176	1.24	0.40	0.03
E	152	1.11	0.35	0.03
N	248	1.37	0.37	0.02
S E	337	1.38	0.37	0.02
N W	223	1.26	0.39	0.03

Desviación Estandar (S)

Error Estandar ($S_{\bar{X}}$)

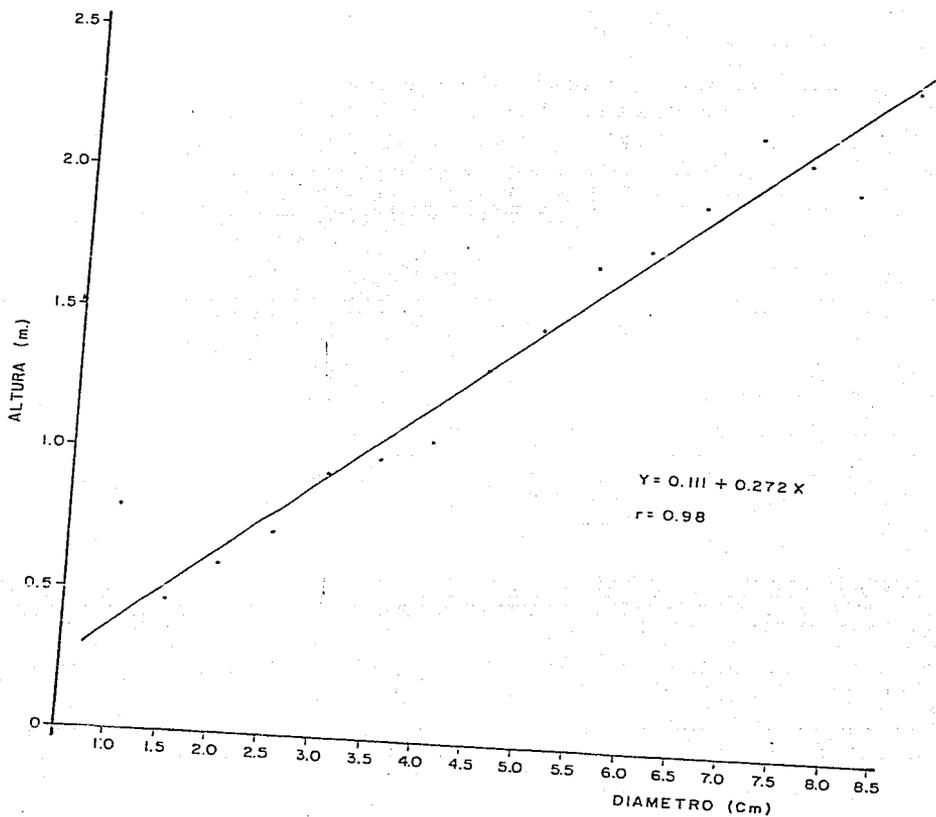


Figura 8 - Línea de regresión estimada para la relación: "Altura total -
Diámetro a 10 cm. de altura" de acuerdo a la ecuación:

$$Y = 0.111 + 0.272 X$$

CATEGORIA DIAMETRICA X (cm)	ALTURA MEDIA Y (m)	X^2	Y^2	XY
1.0	0.53	1.00	0.2809	0.53
1.5	0.47	2.25	0.2209	0.705
2.0	0.60	4.00	0.3600	1.200
2.5	0.75	6.25	0.5625	1.875
3.0	0.84	9.00	0.7056	2.520
3.5	1.00	12.25	1.0000	3.500
4.0	1.07	16.00	1.1449	4.280
4.5	1.44	20.25	2.0736	6.480
5.0	1.49	25.00	2.2201	7.450
5.5	1.72	30.25	2.9584	9.460
6.0	1.78	36.00	3.1684	10.680
6.5	1.97	42.25	3.8809	12.805
7.0	2.21	49.00	4.8841	15.470
7.5	2.12	56.25	4.4944	15.900
8.0	2.02	64.00	4.0804	16.160
8.5	2.44	72.25	5.9536	20.740
76.0	22.45	446.00	37.9887	129.755

X: valores de diámetro.

Y: altura media por categoría diamétrica.

X^2 : cuadrado de los diámetros.

Y^2 : cuadrado de las alturas medias.

XY: producto de cada categoría diamétrica por su correspondiente altura.

$$\sum X = 76$$

$$\sum X^2 = 446.00$$

$$\frac{(\sum X)}{n} = 361$$

$$\sum Y = 22.45$$

$$\sum Y^2 = 37.9887$$

$$\frac{(\sum Y)}{n} = 31.5$$

$$\bar{X} = 4.75$$

$$\bar{Y} = 1.403$$

$$\sum XY = 129.755$$

$$\frac{(\sum X \sum Y)}{n} = 106.6375$$

$$n = 16$$

$$\sum x^2 = \sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n} = 446 - \frac{(76)^2}{16}$$

$$\sum x^2 = 85$$

$$\sum xy = \sum XY - \frac{(\sum X \sum Y)}{n} = 129.755 - \frac{(1706.2)}{16}$$

$$\sum xy = 23.118$$

$$b = \frac{\sum xy}{\sum x^2} = \frac{23.118}{85}$$

$$b = 0.271976$$

$$a = \bar{Y} - b\bar{X} = 1.403 - 0.271976 (4.75)$$

$$a = 0.1111$$

La ecuación de regresión es

$$A = 0.1111 + 0.271976 X$$

$$\sum Y^2 = \sum Y^2 - (\sum Y)^2/n = 37.9887 - (22.45)^2/16$$

$$\sum Y^2 = 6.4885$$

$$SC_R = \frac{(\sum xy)^2}{x^2} = \frac{(23,118)^2}{85}$$

$$SC_R = 6.2875$$

$$SC_E = \sum y^2 - \frac{(\sum xy)^2}{x^2} = 6.4885 - 6.2875$$

$$SC_E = 0.2009$$

$$CM_R = SC_R = 6.2875$$

$$CM_E = \frac{SC_E}{(n-2)} = \frac{0.2009}{14}$$

$$CM_E = 0.01435$$

$$F_c = \frac{SC_R}{SC_E} = \frac{6.2875}{0.2009}$$

$$F_c = 31.2966$$

Análisis de varianza para la regresión lineal.

FUENTES DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	Fc
REDUCCION	1	6.2875	6.2875	31.2966*
ERROR	14	0.2009	0.01435	
TOTAL	15	6.4884		

* Significativo al nivel de $\alpha = 0.05$

Coefficiente de Determinación y de Correlación.

$$r^2 = \frac{(\sum xy)^2}{\sum x^2 \sum y^2} = \frac{6.2875}{6.4834}$$

$$r^2 = 0.9690$$

$$r = 0.9843$$

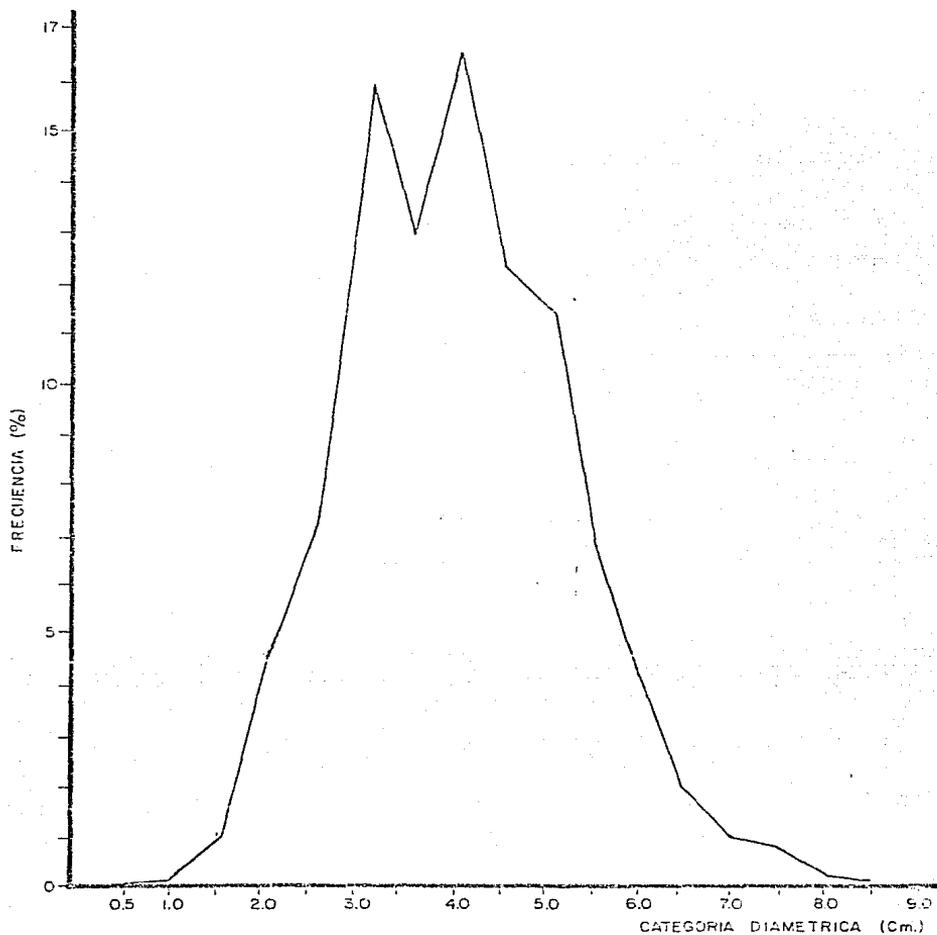


Figura 9.- Gráfico de frecuencias porcentuales de los valores diamétricos de *Pinus halepensis* Mill.