
Universidad de Guadalajara

FACULTAD DE AGRONOMIA



"ESTUDIO PRELIMINAR PARA DETERMINAR LA DENSIDAD DE
PLANTACION "METODO NELDER" CON *Pinus michoacana*,
EN EL BOSQUE-ESCUELA".

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

ORIENTACION BOSQUES

P R E S E N T A

AGUSTIN GALLEGOS RODRIGUEZ

GUADALAJARA, JAL. 1988



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
FACULTAD DE INGENIERIA

Fecha:
Expediente:
Número:

Noviembre 15 de 1988

C. PROFESORES:

ING. M. en C. EZEQUIEL MONTES RUELAS, DIRECTOR
ING. ARTURO CURIEL BALLESTEROS, ASESOR
ING. FRANCISCO FUENTES-TALAVERA, ASESOR

Con toda atención se permite hacer el cumplimiento, que habiendo sido aprobado el Tema de Tesis:

" ESTUDIO PREELIMINAR PARA DETERMINAR LA DENSIDAD DE PLANTACION "METO DO NELDER" CON Pinus michoacana, EN EL BOSQUE-ESCUELA "

presentado con el (Doc) PASANTE (C), AGUSTIN GALLEGOS RODRIGUEZ

han sido ustedes designados Director, Asesores respectivamente para el desarrollo de la misma.

Ruego a ustedes se sirvan hacer del cumplimiento de esta Dirección su Dictamen en la revisión de la mencionada Tesis. Entre tanto me es grato reiterarles las seguridades de mi alta y distinguida consideración.

ATENTAMENTE
"BARO ENRIQUE GIL DE LEON"
"FIENDE Y FRENDA"
EL SECRETARIO

TIV. JOSE ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
FACULTAD DE AGRONOMIA

Sección

Expediente

Número

Noviembre 15 de 1988

ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
PRESENTE

Habiendo sido revisada la Tesis del (los) Pasante (es)
AGUSTIN GALLEGOS RODRIGUEZ

titulada:

" ESTUDIO PREELIMINAR PARA DETERMINAR LA DENSIDAD DE PLANTACION "METO
DO NELDER" CON Pinus michoacana, EN EL BOSQUE-ESCUELA".

Damos nuestra Aprobación para la Impresión de la misma.

DIRECTOR

ING. M. en C. EZEQUIEL MONTES RUELAS

ASESOR

ASESOR

ING. ARTURO CURIEL BALLESTEROS

ING. FRANCISCO FUENTES TALAVERA

srd'

INDICE GENERAL



INDICE DE FIGURAS
INDICE DE CUADROS
INDICE DE MAPAS

| | |
|---|----|
| 1. INTRODUCCION | 1 |
| 1.1 Planteamiento del problema. | 3 |
| 1.2 Objetivos | 3 |
| 2. ANTECEDENTES | 5 |
| 3. REVISION DE LITERATURA | 10 |
| 3.1 Importancia del estudio de la densidad. | 10 |
| 3.2 Principios generales del manejo del rodal. | 12 |
| 3.3 Importancia de la estructura del rodal. | 12 |
| 3.4 Estabilidad del rodal. | 15 |
| 3.5 Influencia del espaciamiento de plantación en el crecimiento y valor económico. | 17 |
| 3.6 Espaciamiento y finalidad de la plantación. | 20 |
| 3.7 Espaciamiento y densidad. | 22 |
| 3.8 Espaciamiento y las características del sitio. | 23 |
| 4. MATERIALES Y METODOS | 25 |
| 4.1 Descripción del Bosque-Escuela. | 25 |

| | | |
|-------|--|----|
| 4.1.1 | Altitud. | 25 |
| 4.1.2 | Geología. | 25 |
| 4.1.3 | Suelo | 27 |
| 4.1.4 | Topografía. | 27 |
| 4.1.5 | Hidrología. | 27 |
| 4.1.6 | Clima. | 27 |
| 4.1.7 | Vegetación. | 28 |
| 4.1.8 | División de la superficie del Bosque- Escuela. | 29 |
| | 4.1.8.1 Descripción del Distrito No.1. | 29 |
| | 4.1.8.2 Descripción del perfil de sue lo en el Distrito No. 1 . | 29 |
| 4.2 | Material utilizado. | 31 |
| 4.3 | Actividades desarrolladas. | 31 |
| | 4.3.1 Trabajo de vivero. | 31 |
| | 4.3.2 Trabajo de campo. | 32 |
| | 4.3.3 Descripción de la especie utilizada. | 32 |
| 4.4 | Diseño experimental. | 35 |
| | 4.4.1 Establecimiento de las parcelas experi mentales. | 34 |
| 5. | RESULTADOS ESPERADOS. | 42 |
| 6. | CONCLUSIONES. | 44 |
| | 6.1 Recomendaciones. | 45 |
| 7. | BIBLIOGRAFIA. | 47 |

INDICE DE FIGURAS

| Figura | | Página |
|--------|--|--------|
| 1 | Representación de la formación de clases - y desarrollo de los árboles según THOMASIU.S. (1987). | 11 |
| 2 | Representación de los tipos de distribución del bosque según THOMASIU.S. | 14 |
| 3 | Representación del crecimiento en cuanto a su espaciamiento. | 19 |
| 4 | Influencia de la profundidad efectiva del - suelo en el espaciamiento para <i>Eucalyptus</i> - <i>grandis</i> en una plantación para pulpa, ---- CANNON (1981). | 24 |
| 5 | Conformación y datos de la parcela No. 1. | 35 |
| 6 | Conformación y datos de la parcela No. 2. | 36 |
| 7 | Conformación y datos de la parcela No. 3. | 37 |
| 8 | Resultados gráficos del método NELDER con <i>Populus</i> spp. de 7 años interpretados por - FÁBER, (1981). | 41 |

INDICE DE CUADROS

| Cuadro | | Página |
|--------|---|--------|
| 1 | Influencia del espaciamiento de la plantación sobre la altura en <i>Azadirachta indica</i> . | 6 |
| 2 | Nos. de árboles/ha y espaciamientos determinados para <i>Pinus merkusii</i> y <i>P. massoniana</i> , -- por el método matemático de THOMASIIUS. | 7 |
| 3 | Fundamentos básicos para el manejo del rodal según THOMASIIUS (1978). | 13 |
| 4 | Parcela No. 1, Representación del cálculo de espaciamiento para la variante Ax, constante Rx y sobrevivencia. | 38 |
| 5 | Parcela No. 2, Representación del cálculo de espaciamiento para la variante Ax, constante Rx y sobrevivencia. | 38 |
| 6 | Parcela No. 3, Representación del cálculo de espaciamiento para la variante Ax, constante Rx y sobrevivencia. | 39 |
| 7 | Comparación de superficie requerida para la determinación de la densidad entre el método NELDER y bloques al azar. | 45 |

DEDICATORIAS

A mis Padres, Juan Gallegos T. y María Rodríguez M., por todo el amor y comprensión que siempre me brindaron en la etapa de mi formación como profesionista.

A mis Hermanos, Rogelio, Juan José, J. Guadalupe, Ignacio, - Arturo, Fernando, Ma. de Jesús y Sara, por todo su apoyo y comprensión.

A la memoria del Prof. Karl Augustin Grellmann⁺, por su dedicación y preocupación por los bosques de México y por todo el apoyo que me brindo para mi formación.

A G R A D E C I M I E N T O S

Al Ing. M. en C. Ezequiel Montes R., Ing. Arturo Curiel B., -
y Ing. Francisco Fuentes T., por sus valiosas sugerencias
y asesoría para la conclusión del presente estudio.

A los colegas, Ing. Jesús Hernández A. y al Ing. Raúl Macías
L., por el apoyo brindado para la realización del presen-
te trabajo en su etapa de campo y sus comentarios para la
conclusión del mismo.

Al Prof. Thomasius, Dr. Pfalz y al Dr. Pohris de la Facultad
Forestal de Tharandt, Univ. Tec. de Dresden, RDA., por to-
da la ayuda, consejos y sugerencias que me otorgaron du-
rante mi estancia de estudios en esa Universidad, donde -
me nació la idea para realizar esta investigación.

A la Universidad de Guadalajara y particularmente a la Facul-
tad de Agricultura, por haberme formado profesionalmente.

Al Instituto de Madera, Celulosa y Papel, de la U. de G., por
todas las facilidades que se me han brindado para la rea-
lización de mi estudio y desempeño de mis actividades.

A Elvia Cecilia García D., por toda su ayuda y mecanografiado
del trabajo.

A Juan Manuel Velázquez P., por su apoyo para la realización de
los mapas.

I. INTRODUCCION

La silvicultura se caracteriza, más que la Agricultura, por el tiempo de producción muy largo, debido al crecimiento relativamente lento de los árboles. Desde el establecimiento hasta la cosecha, en casos favorables, transcurren de 2 a 3 decenios; en algunos casos hasta 100 años o más lo que no depende solo de las fuerzas naturales sino también de las intervenciones del hombre que si se aplican correctamente se puede acelerar la producción.

Los bosques, como cada cultivo, exigen cierto manejo para lograr un rendimiento alto, pues la naturaleza no trabaja siempre en beneficio económico del hombre.

Por muchas razones, manejar racionalmente los montes es un asunto muy difícil. Los bosques son una asociación vegetal de mayor complejidad, en cuanto a su estructura, a las relaciones entre todos los componentes del mismo, a las relaciones entre esta comunidad y su ambiente, etc. Cada intervención del hombre en esta comunidad puede tener consecuencias no previstas, a veces hasta catastróficas. Tratar de manejar racionalmente los bosques, significa conocer estas relaciones complejas e íntimas, así como prever las consecuencias que provocará la intervención.

Los bosques no solo son "Fábricas de Madera" sino también ejercen otras funciones de gran importancia (Función hidrológica, protección del suelo, paisaje, recreación, etc.), parámetros que deben tomarse en cuenta al efectuar un manejo silvícola.

De lo expuesto resulta que el manejo de los bosques exige no solo grandes conocimientos, sino también una planificación a plazo. No se trata solamente de planificar ambos extremos de la producción, o sea, la repoblación y la explotación forestal comercial sino también planificar y tratar de encadenar todas las intervenciones en un sistema racional.

De acuerdo a lo ya expuesto en la actualidad una gran inquietud de planificación y manejo es la determinación de la densidad. Debido a ello muchos investigadores del mundo trabajan con dicho tema.

Por ejemplo LANCASTER y LAEK, (1978); DANFEL (1982), dicen que la forma común en que un silvicultor conduce la evaluación de un rodal, principalmente de origen natural hacia una condición que le permita satisfacer los objetivos de manejo silvícola impuestos, es la manipulación de la estructura y composición del rodal; fundamentalmente a través de un control apropiado de la densidad y el grado de ésta.

LEAK (1981), opina al respecto que las guías de densidad "Representan un gran paso en la colocación de la silvicultura sobre bases científicas".

Lo anterior resulta más sencillo si el técnico cuenta con herramientas de apoyo silvícola prácticas, como las guías de densidad como los que puede evaluar tales tipos de densidad y apoyar sus decisiones al realizar el manejo silvícola de su competencia.

La densidad del rodal es el segundo factor en importancia, después de la calidad del sitio, para la determinación de la productividad de un sitio forestal.

1.1 Planteamiento del problema

En la creación de bosques artificiales hasta la fecha, la densidad de plantación o sea el número de árboles por unidad de superficie, se ha determinado empíricamente. Así lo afirman varios autores como SCHORCHT, (1979), FAO (1981), -- LAMPRECHT (1986).

En consecuencia, no existe una distancia de plantación que sea universal; se debe determinar en cada caso particular según la especie y la ecología del sitio, y fundamentalmente de acuerdo con el plan de industrialización o comercialización del producto forestal intermedio o final, COZZO --- (1976).

En México en la actualidad en los Programas de Plantaciones Forestales se utiliza por lo general el marco de plantación de 2 x 2 m.

Se planteo la interrogante ¿Se está sobre-explotando o sub-estimando el potencial del suelo forestal, con este espaciamiento?

Por esta razón se trata de investigar a través de métodos matemáticos y estadísticos cual es la densidad adecuada de plantación para el distrito No. 1 del Bosque-Escuela.

1.2 Objetivos

Análisis de la metodología del método NELDER basada en principios matemáticos que permitan evaluar diferentes espaciamientos entre individuos.

Determinar la densidad adecuada de plantación para el -
distrito No. 1 del Bosque-Escuela, considerando para ello to
dos los aspectos biosilviculturales.



2. ANTECEDENTES

En los países europeos hace 150 años que se plantearon la interogante sobre la determinación de la densidad de --- plantación desde un punto de vista ecológico, técnico y económico, SCHORCHT (1979).

Así podemos citar a ZAMMINER (1828), quien decía, que - el número de árboles en el rodal juegan un papel muy impor- tante para la dinámica del mismo.

PARRY (1956), recomienda para *Juniperus procera* en el - oeste de Africa un espaciamento de 1.2 x 1.2 hasta 1.5 x -- 1.5 m, sin embargo en la mayoría de los países Africanos el espaciamento es de 2.7 x 2.7 m, este espaciamento se utili- za en plantaciones para producción de maderas de pino para - aserrío.

Según DIN (1958), dice que en varios países tropicales se han utilizado los siguientes espaciamentos de 1.8 hasta 2.7 x 2.7 m.

WECK (1958), realizó un estudio con *Pinus merkussii* obte- niendo los siguientes espaciamentos de 2 x 3 a 4 x 4 m, y - rara vez presentó un espaciamento de 3 x 1 y de 3 x 2 m.

SAMEK (1967), HILEY (1959), dicen que en el sur de Afri- ca y en Cuba se utilizan más las plantaciones en forma de -- cuadrado, para algunas coníferas, así también dicen que en - Indonesia se planta con un espaciamento de 3 x 3 m, sin pre- paración del terreno.

Un reporte realizado sobre los experimentos de plantación de *Azadirachta indica* en Maigazari, zona sudanesa de Nigeria, revelaron que un espaciamiento menor reduce mucho el aumento inicial de altura y diámetro del tronco, como puede apreciarse en las cifras sobre plantas de dos años. En el cuadro No. 1 se observan los resultados obtenidos de esta investigación.

CUADRO N° 1 Influencia del espaciamiento de plantación sobre la altura en *Azadirachta indica*.

| Espaciamiento | Altura |
|---------------|--------|
| m e t r o s | |
| 0.9 x 0.9 | 2.00 |
| 1.8 x 1.8 | 2.6 |
| 2.7 x 2.7 | 2.8 |
| 3.7 x 3.7 | 3.4 |
| 5.5 x 5.5 | 3.8 |

Nigeria, Savanna Forestry Research Station
(1968).

NGUYEN THE TRAN (1974), calculó el espaciamiento para *Pinus merkussii* y *Pinus massoniana*, con un método matemático desarrollado por THOMASIUS, bajo condiciones específicas de la región norte de Vietnam y los resultados se muestran en el cuadro No. 2.

SAMEK (1974), señala que en la plantación para la recuperación de terrenos erosionados o amenazados seriamente por la erosión, deben establecerse plantaciones con un espaciamiento relativamente denso, aproximadamente de 1 x 1 m, para que el techo de plantación se cierre lo más rápido posible.

CUADRO N° 2 Número de árboles/ha. y espaciamiento determinados para *Pinus merkussii* y *Pinus massoniana*, por el método matemático de THOMASIIUS.

| Especie | Arboles/ha | Espaciamiento | Calidad del sitio |
|----------------------|------------|---------------|-------------------|
| <i>P. merkussii</i> | 2,500 | 1.9 x 2.5 | media |
| | 2,500 | 1.60 x 1.50 | media |
| <i>P. massoniana</i> | 3,300 | 2.30 x 1.30 | media a pobre |

AVILA HERRERA (s.f.), menciona que el marco de plantación de coníferas en Cuba van desde 1 x 1 hasta 2 x 3 m, sin embargo para especies de crecimiento lento, como *Pinus tropicans* Morelet, no es conveniente un espaciamiento amplio, por su parte para plantaciones de *Casuarina* spp., se refiere un espaciamiento de 2 x 2 m.

KRAMER (1984), en su libro titulado "Ordenación y Producción Forestal", citan un gran número de experimentos para determinar el espaciamiento de *Picea abies* realizados algunos por los Prusianos, Sajones de Wermsdorf, los Babaros etc. -- Así mismo hace mención sobre el estudio más antiguo que existe sobre espaciamiento de plantación, realizado en 1892 en Hauserteig. Las parcelas fueron plantadas con espaciamientos iniciales de 1.5 x 1.5, 2 x 2 m, etc.

HERNANDEZ, A.J. (1988), reporta que la densidad de plantación en la República Democrática Alemana en *Pinus sylvestris*, dependiendo de la calidad del sitio es de 12,000 a --- 15,000 árboles/ha.

AVILA (1963), reporta que en México en los años 1960, - 1961 y 1962 se establecieron plantaciones en un campo experimental denominado "La Siberia", perteneciente a la Escuela Nacional de Agricultura, las especies que se seleccionaron fueron:

Pinus montezumae Limb; *Pinus michoacana* M. *Eucalyptus camaldul*

lensis var. *brevirostris* F.V.M., *Eucalyptus resinifera* y *--- schinus molle*. Dichas plantaciones se realizaron bajo tres espaciamientos: 2 x 2, 2.5 x 2.5 y 3 x 3 m, RAMIREZ (1977), en un estudio realizado en "La Siberia", encontró que tanto las especies arbóreas como los espaciamientos han tenido influencia en las variables consideradas como supervivencia, diámetro, altura y la combinación d^2h .

HSCARPITA (1968), citó que en 1967 el departamento de Divulgación de la Sub-secretaría Forestal y de la Fauna en colaboración con las Fábricas de Papel de San Rafael y Anexas, S.A., iniciaron un programa de plantación de 30 ha. en el municipio de Chalis, Edo. de México, con *Pinus montezumae* con una densidad de plantación de 1,650 árboles/ha, con espaciamiento de 2 x 3. Otros autores como GARDUÑO, NARVAEZ y GONGORA, reportan una densidad de 1,000 a 1,600 árboles/ha, durante las plantaciones realizadas en el período 1960-1966.

MATHUS (1978), indica que en plantaciones artificiales y comerciales de acuerdo con estudios realizados en Morelia, Michoacán y en Tuxtepec, Oax., el espaciamiento óptimo debe ser de 2 x 2 m.

Respecto a estudios en especies tropicales, CEDEÑO y VILLA (1978), evaluaron 10 especies tropicales plantadas a diferentes espaciamientos, a 7 años de establecido el experimento se determinó que la especie *Gmelina arborea* con un espaciamiento de 2.5 x 2.5 presentó mejor resultados.

En un estudio de MUSALEM y ROSERO (1978), realizado con *Pinus caribae* var. *hondurensis*, BARR y GOLF a 4 densidades diferentes, señalan que entre el espaciamiento de 2 a 3.5 m, no existe diferencias de crecimiento significativo en altura para la edad de 1 a 5 años. Sin embargo, el espaciamiento óptimo fué de 2.5 x 2.5 m, con el cual se obtuvo un incremento medio anual de 39.3 m^3 /ha/año.

Y así se pueden citar más estudios sobre densidad de --
plantación en México; pero aún no se ha logrado investigar
más a fondo el manejo del espaciamiento. Esto se puede ob-
servar en los diferentes programas de plantaciones foresta-
les, en los cuales por lo general el espaciamiento que se -
recomienda para muchas de las regiones de México es de ----
2 x 2 m, lo cual nos lleva a lo anteriormente mencionado --,
que la densidad de plantación se ha determinado empíricamen-
te o basada en estudios de otros países o de alguna región
específica de México.

Para ello se puede citar una publicación de SARH (1984),
donde reportan que en México en el año 1980 se plantaron --
aproximadamente 100,000 has, con especies forestales, así -
mismo, mencionan que dichas plantaciones no están sujetas a
los tratamientos silvícolas a que deben de someterse aque-
llas con un buen manejo.

3. REVISION DE LITERATURA

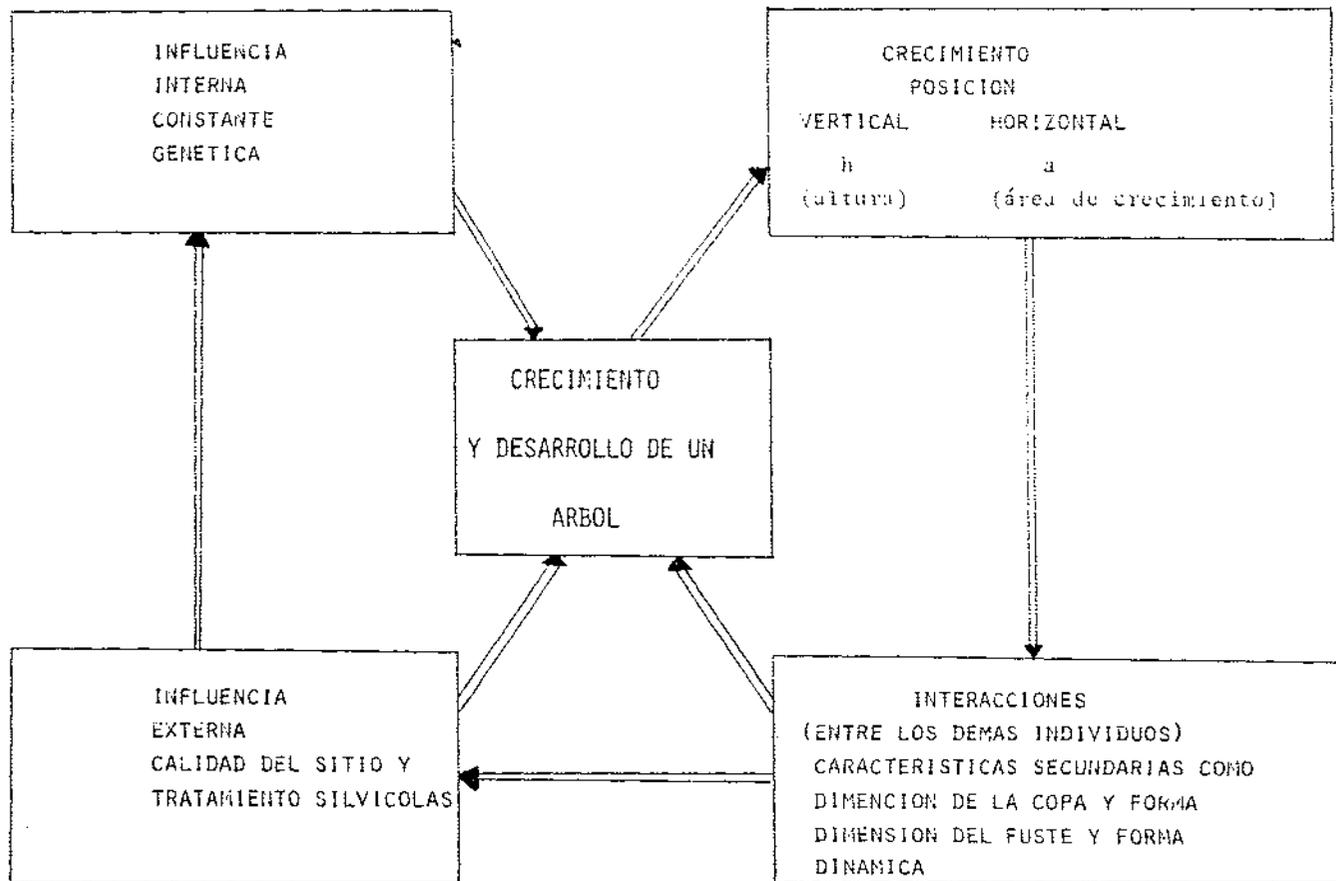
3.1 Importancia del estudio de la densidad

El bosque nunca es estático, continuamente cambia su -- composición, estructura y carácter general. No solo el bosque varía continuamente en el tiempo, sino que también lo ha ce en el espacio.

Los cambios en la estructura y la composición del bosque son el resultado de la constante demanda que tiene cada árbol por más espacio y de la muerte eventual de otros individuos, incluso los más dominantes. El aumento constante de tamaño de los árboles principales del lugar provoca la competencia por el espacio para la mayor parte de las especies y eventualmente su desaparición.

En los rodales que tienen la misma edad, la competencia por luz, la humedad y los nutrientes dependen en gran medida de la cantidad de árboles por unidad de superficie. Debido a la combinación de factores tales como: medio ambiente y genéticos en relación con los tratamientos silvícolas, los individuos pueden alcanzar un buen desarrollo y una buena calidad de la madera. Esto mismo es representado en la fig. No. 1, donde se hace incapie a la importancia de todos los factores que determinan la dinámica de los árboles.

FIG. N° 1 Representación de la formación de clases y desarrollo de los árboles según THOMAS (1987).



3.2 Principios generales del manejo del rodal

El desarrollo de un rodal esta sujeto por una parte a una serie de factores naturales del crecimiento y por otro lado requiere de una dirección planeada en un sentido dado de metas a través de determinados métodos y técnicas. Se puede decir, que el desarrollo sistemático de un rodal en bosques económicamente rentables presenta una serie de procesos naturales y tecnológicos.

Para todas las técnicas de manejo del rodal desde su creación hasta su aprovechamiento se deben considerar una serie de procesos biológicos que no se pueden dirigir en un plazo corto; ya que estos influyen de manera directa a través de la calidad del sitio, desarrollo de la especie y la meta de producción. En relación a lo antes mencionado el cuadro N° 3 muestra los fundamentos básicos para el manejo del rodal y las medidas adecuadas para su aplicación.

3.3 Importancia de la estructura del rodal

Cada árbol del rodal posee una estructura propia, la cual puede ser dirigida por el técnico de acuerdo a los criterios del manejo silvícola. Al hablar de estructura de los árboles se refiere a la posición vertical y horizontal; por ejemplo, distribución horizontal se manifiesta con el área de crecimiento de cada individuo y la vertical se refleja con la altura.

Para los rodales de pino en su estado joven la distribución horizontal de los árboles (dispersión) es de gran importancia, ya que en esta fase es donde más se manifiesta el manejo; lo cual se representa con la calidad de los individuos y el potencial volumétrico. La estructura de los árboles --

CUADRO N° 3 Fundamentos básicos para el manejo del rodal según THOMASIVS (1978).

| <u>FUNDAMENTOS</u> | <u>MEDIDAS PARA LA REALIZACION</u> |
|--|---|
| 1.- Composición de las especies. | - Regulación de la mezcla. Influencia metódica del grado de mezcla mediante la regulación o la eliminación de los individuos de las especies determinadas correspondiente a la meta para lograr de terminado arbolado. |
| 2.- Densidad del rodal. | - Regulación del número de árboles: Reducción de la competencia de individuos para un óptimo desarrollo del rodal. |
| 3.- Distribución de los árboles en el área (vertical y horizontal) | - Regulación del espacio. Forma de la estructura óptima del rodal. |
| 4.- Calidad de los árboles. | - Selección de los fenotipos: Fomento de los individuos con aptitud particular para una meta de producción determinada. |

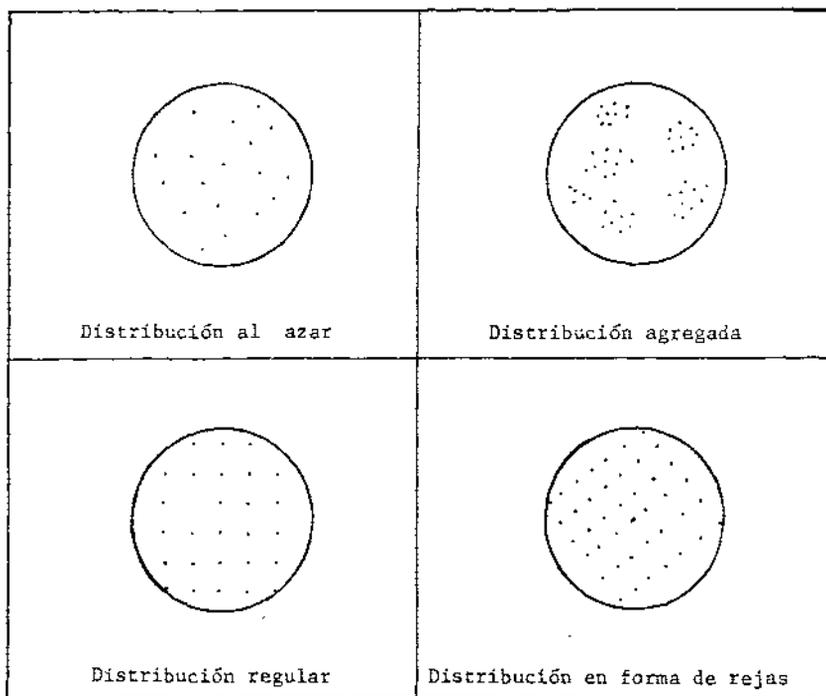
tiene una relación muy estrecha con la densidad.

THOMAS (1987), realizó algunos estudios en los bosques de la RDA, en sus investigaciones reporta las siguientes distribuciones:

- Distribución al azar (distribución de poisson)
- Distribución agregada.
- Distribución regular
- Distribución en forma de rejillas.

Estas distribuciones se ven representadas en la siguiente figura.

FIG. N° 2 Representación de los tipos de distribución del bosque según THOMAS.



En la actualidad el tema Estructura del rodal así como sus aspectos ecológicos y silviculturales tiene mucho auge - en los países Europeos, así por ejemplo, TOMPPU (1980), realizó una investigación en los bosques de Finlandia, para --- ello muestreo 754 áreas experimentales de rodales de pino, - obteniendo un 61% de distribución regular; con ello se deduce que los bosques Finlandeses presentan una distribución regular.

En lo que a México respecta, aún no se tiene mucha información en cuanto al comportamiento de la estructura de nuestros bosques.

3.4 Estabilidad del rodal

La estabilidad se puede definir como la disponibilidad y resistencia que los árboles de un rodal tienen en contra - de los agentes climáticos como el viento y la nieve. En los países Nórdicos se presentan estos dos fenómenos, pero en México el principal factor desestabilizador del bosque es el - viento.

Algunos estudios de las últimas décadas referentes al - manejo de los rodales en Europa demostraron que las especies de *Picea abies* y *Pinus sylvestris* L. han sido dañadas por es - tos agentes debido a su crítica estabilidad. Estos daños -- tienen una influencia directa en la estructura del rodal, -- así como con la altura y diámetro de los individuos.

Un estudio realizado por THONASIUS, BUTTER y MARSCH --- (1986), con *Picea abies* en los bosques de la República Democrática Alemana, encontraron diferentes tipos de estabilidad y lo reportan de la siguiente manera:

Estabilidad individual de un árbol.

Estabilidad colectiva de los árboles de un rodal.

Estabilidad de un complejo de rodales.

Para este estudio es de interés la estabilidad del rodal, la cual se evaluará dependiendo de los factores bióticos que influyen en el desarrollo de los árboles así como los parámetros de la edad, cobertura y forma del dosel y la densidad del rodal.

En los rodales jóvenes es muy importante conocer la posición socio-estructural de los árboles para encontrar los parámetros de la estabilidad, ya que son determinantes para el manejo de un rodal. Es conveniente comenzar a estabilizar el rodal desde la etapa del brinzal, ya que dicha etapa es clave para la educación del rodal.

El rodal debe tener el doble propósito de: ser productivo y estable, cosa que tiene un grado de dificultad alto, para esto citaremos un estudio realizado por MARSCH (1987), donde revela que el grado de aclareo en un rodal influye directamente sobre la estabilidad y la productividad de éste; esto indica que los rodales productivos en la mayoría de los casos tienen poca estabilidad y rodales con buena estabilidad a menudo no son productivos.

Los resultados de varias investigaciones realizadas en los bosques Europeos sobre la estabilidad revelaron que este parámetro es el reflejo del manejo silvícola y de la educación del rodal; de ahí la importancia de la relación densidad-estabilidad.

Esto es, se debe de manejar una determinada cantidad de árboles por superficie para lograr estabilizar el rodal en cuanto a la altura, diámetro y el área de crecimiento del mismo.

Como ya se mencionó anteriormente los agentes desestabilizadores del bosque son, el viento y la nieve. Por consiguiente, si se quiere asegurar el rodal en contra del viento el parámetro a manejar será la altura y el diámetro de los

árboles del rodal y en contra de la nieve se manejará el área de crecimiento de cada uno de ellos.

El autor de este trabajo, dice que en México aún no se ha investigado la estabilidad del rodal, ya que el manejo silvícola de los bosques mexicanos no se aplica debidamente. Por ejemplo, si se sabe que la estabilidad del rodal tiene una relación muy estrecha con la densidad y por lo general se maneja una densidad de 2,500 árboles/ha, (2 x 2 m.) para coníferas en casi toda la República; esto nos indica que no se atienden varios parámetros importantes del rodal como es la densidad, ya que en cada región existen condiciones diferentes en cuanto a la calidad del sitio y agentes climatológicos.

3.5 Influencia del espaciamiento de plantación en el crecimiento y valor económico

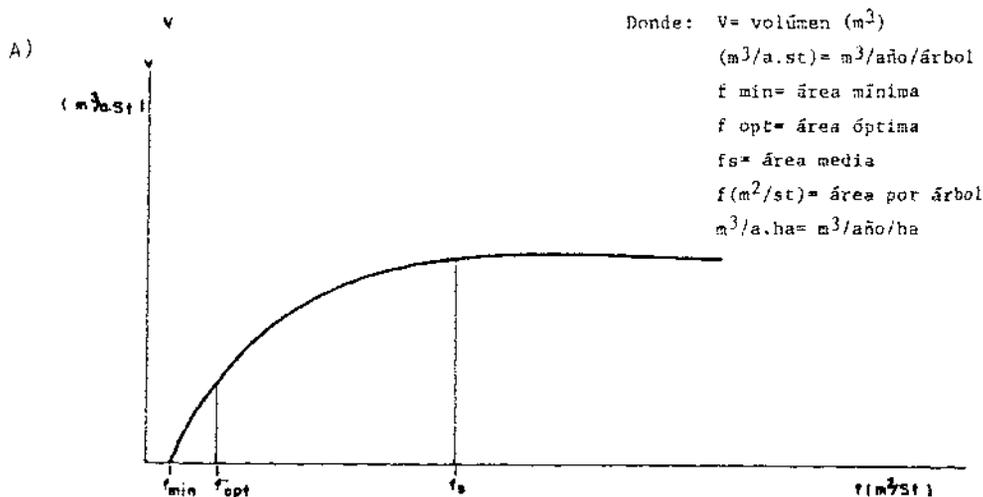
Las interrogantes biológicas (asociación de ejemplares), técnicas (el criterio y metas para el manejo) y económicas sobre el tema del espaciamiento son de gran interés, todos estos factores influyen en el costo de una plantación, así por ejemplo un cultivo con planta en mal estado o de mala calidad, representa en parte una pérdida significativa de planta, que aumentará el espaciamiento y al mismo tiempo representará una sub-estimación potencial del suelo y por ende repercutirá en la economía del silvicultor.

SJOLTE-JØRGENSEN (s.f.), investigó el espaciamiento para coníferas que se han utilizado en Europa, Norte y Sudamérica, Africa, Asia y Australia, el resultado que el obtuvo lo resumió en 9 puntos:

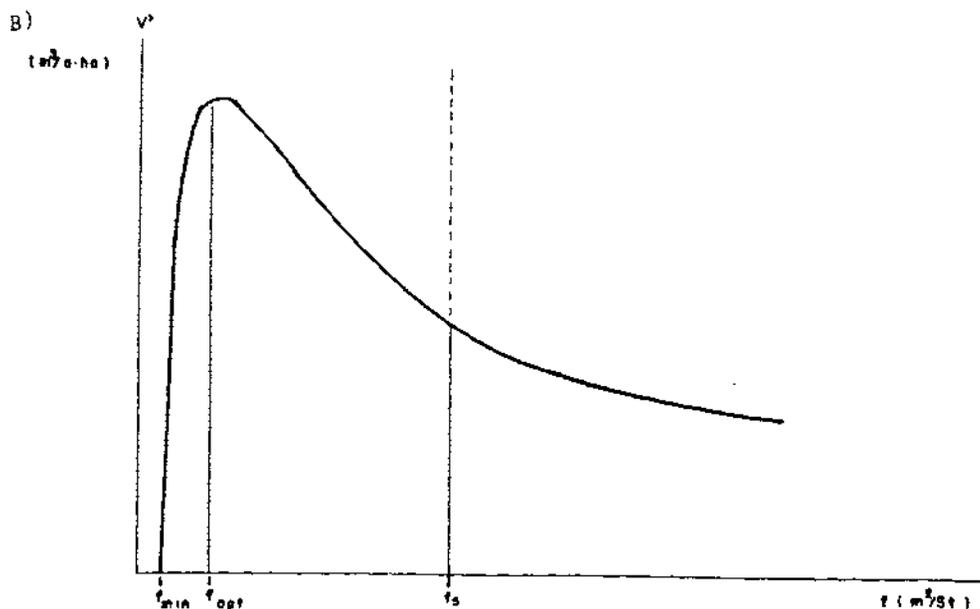
- 1º La altura media del rodal aumenta con un espaciamiento mayor.

- 2° También el diámetro medio aumenta con un espaciamiento mayor.
- 3° El factor de forma se disminuye ligeramente con un mayor espaciamiento.
- 4° En los primeros dos años de la plantación no hay ninguna influencia respecto a la pérdida de individuos. Posteriormente con el aumento del área de cada individuo además del crecimiento de ellos, esta influencia se hace más fuerte.
- 5° En los primeros diez años el *Picea abies* (Abeto), -- con un espaciamiento pequeño logra un aumento en -- área basal, sin embargo, después de la primera intervención (aclareo) se modifica el área basal hasta -- compararse con un espaciamiento de 2 x 2 m.
- 6° La producción de biomasa en la mayoría de los casos baja a mayor espaciamiento. La producción total de biomasa es siempre mayor que los productos madera---bles de primarios y secundarios. La diferencia entre estos dos valores baja por lo general con un espaciamiento mayor.
- 7° La calidad de la madera es menor con un espaciamiento más grande; si se agrandarará el espaciamiento de - 1.5 a 2.0 m, el efecto en la calidad de la madera -- sería mínimo que si se empleara 2 a 2.5 m.
- 8° Las diferentes investigaciones que se han hecho, indican que un cultivo de *Picea abies* (Abeto), la incidencia de enfermedades causadas por hongos es menor si hay un espaciamiento más grande.
- 9° La importancia o significancia económica en la elección del espaciamiento es muy clara. Esto se puede explicar mejor en la fig. No. 3 donde se aprecia la relación que existe entre el incremento en volúmen - por área en un árbol aislado y en un rodal. Aquí se muestra que se logra un volúmen mayor en relación al área óptima en un rodal que en un individuo solitario.

FIG. N° 3 Representación del crecimiento en cuanto a su espacio.



A) Relación de un árbol en cuanto a su incremento en volúmen entre su área de crecimiento.



B) Relación de un rodal en cuanto a su incremento en volúmen entre su área de crecimiento. Thomasius (1978).

3.6 Espaciamiento y finalidad de la plantación

El espaciamiento a dar a una plantación está estrechamente ligado a la finalidad o propósito en la misma. A menor espaciamiento (mayor densidad) la productividad total es mayor desde el momento en que se hace la plantación hasta que el sitio se cubre completamente, CROMER y FLORENCE (1978).

También se usan densidades más altas para favorecer la formación de un mejor fuste. Así por ejemplo, en el caso de pino, con espaciamientos más reducidos se estimula el desarrollo de árboles más rectos y con menos ramas.

A través del manejo del espaciamiento (densidad) es posible dar las características que debe de cumplir un fuste, para ser procesado por las diferentes industrias de la madera. Así por ejemplo: La Industria de la Celulosa y Papel requiere de fustes de un diámetro mínimo de diez a quince centímetros, sin importar las características de la resistencia de la madera. Normalmente y dependiendo de la especie se suelen utilizar árboles de por lo menos de quince a veinte años de edad.

Por otro lado para la fabricación de chapas de madera, se requieren fustes de excelente calidad: de diámetros no menores de cuarenta centímetros, fustes rectos, libres de ramas u ojos, no deben presentar ataques de plagas y enfermedades ni huellas de incendios, además con poca área de ramas.

Para la Industria del aserrío, normalmente se reciben todas clases de fustes, sin embargo, teóricamente se requieren fustes lo más recto posibles de diámetros aproximadamente de cuarenta y cinco centímetros o mayores. La menor presencia de nudos, bolsas de resinas, ataque de insectos, permiten obtener madera de mayor calidad.

La Industria de la Construcción requiere fustes que permitan obtener madera aserrada de buena calidad y resistencias mecánicas. Considerando que las propiedades físico-mecánicas de la madera están fuertemente correlacionadas con la densidad de la madera, es posible también correlacionar a su vez la distribución de la densidad en el diámetro del fuste, con el crecimiento del árbol, el cual también es definido por el espaciamiento entre los individuos, es decir, a través del manejo de la densidad del rodal se puede influenciar la densidad de la madera y por consiguiente sus propiedades físicas y mecánicas.

Finalmente la Industria del tablero aglomerado de partículas, es la encargada de aprovechar prácticamente todos los residuos de las demás industrias y de los productos obtenidos de los tratamientos silvícolas del bosque. Su única exigencia es que la madera vaya libre de corteza, FUENTES T. (1988).

Por otra parte una alta densidad significa al final o mayor número de árboles oprimidos que no pudieron utilizar al sitio en forma óptima, aumentando así normalmente el precio del metro cúbico de madera producido, CANNON (1981). Además el valor de la madera delgada, generalmente es menor y tiene menos mercado.

En cuanto a costos, es obvio que una densidad más alta requiere de plantar más árboles por hectárea por lo tanto, aumenta el costo debido al mayor número de árboles, transporte y la mano de obra necesaria, además de las actividades posteriores a la plantación como serían las podas y aclareos.

3.7 Espaciamiento y densidad

El espaciamiento comprende dos aspectos; la densidad y la distribución de las plantas o semillas en el área que se debe repoblar.

En la distribución de los árboles se distingue el espaciamiento geométrico o regular y el espaciamiento irregular. El primero se usa en las plantaciones que se acercan a la forma natural para aprovechar la posición ventajosa que ofrece el terreno. Por ello es de suma importancia la planeación de la geometría interna del área a plantar; por ejemplo THOMASIOUS (1976), cita 3 formas geométricas de distribución de las plantas en el terreno, y son: forma de cuadrado, rectángulo y triángulo, además menciona que el espaciamiento o el marco de plantación es de gran importancia no solo por los costos y la técnica de cultivo sino también para la actividad futura de los rodales como los tratamientos silvícolas, producción y calidad del rodal.

La densidad del espaciamiento indica la distancia promedio entre los árboles y se expresa en el largo de los lados (2 x 2, 3 x 3 m,) o en el número de individuos por hectárea (2,500 árboles/ha.).

El espaciamiento planificado para realizar una plantación debe ser el resultado del análisis de los siguientes factores:

Características bio-silviculturales de la especie.

Calidad del sitio.

Metas de producción.

Mantenimiento propuesto.

Posibilidades para aprovechar surtidos de escasas dimensiones procedentes de los primeros aclareos, AVILA (s.f.).

3.8 Espaciamiento y las características del sitio.

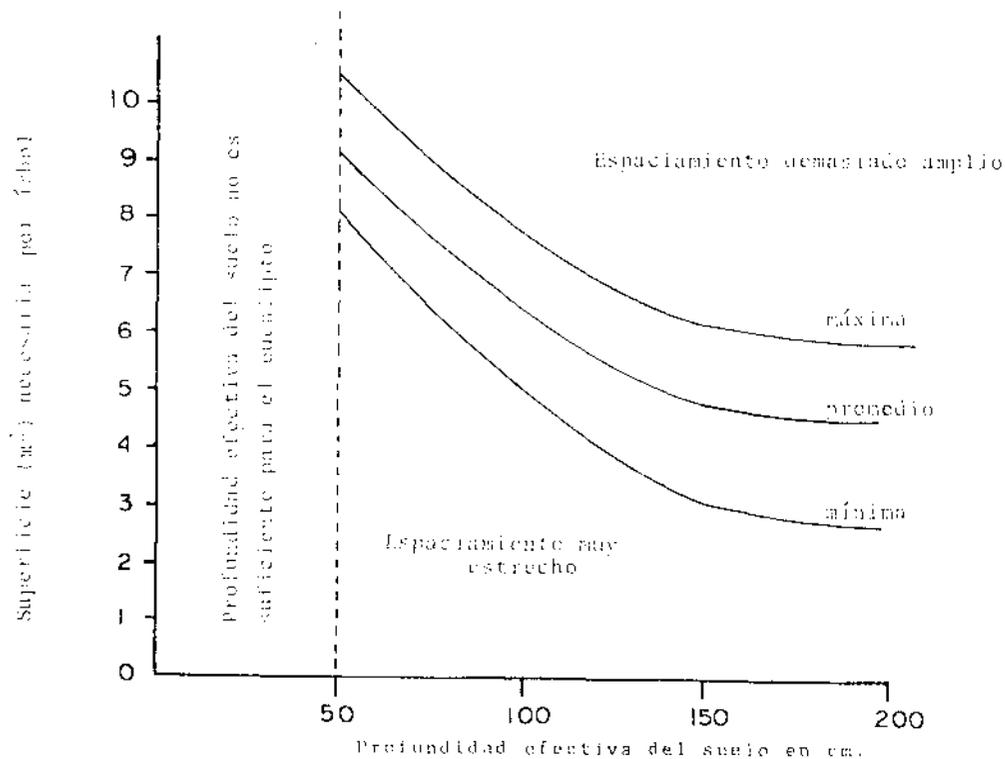
Un árbol requiere cierto volúmen de suelo para su crecimiento óptimo. Por lo tanto, siempre hay que relacionar el espaciamiento con la profundidad del suelo. Así, en suelos poco profundos, o en sitios con afloramientos rocosos, el espaciamiento debe ser mayor, CAPMAN y ALLAN (1978). Además, si hay una capa dura e impermeable, ello reduce la profundidad efectiva del suelo para la penetración de las raíces, lo que aumenta el espaciamiento necesario para un buen desarrollo de los árboles, CANNON (1981), fig. No. 4.

En la fig. No. 4 se puede apreciar la influencia que tiene la profundidad en relación al espaciamiento, aunque cabe mencionar que para este caso está representada con una profundidad buena ya que inicia con un mínimo de 50 cm.; aún cuando existen suelos forestales no tan profundos y que presentan un espaciamiento menor entre los árboles.

Cuando en el suelo hay humedad suficiente durante casi todo el año, el árbol requiere menos superficie que cuando el suelo esta sujeto a condiciones de sequía durante alguna época del año, CANNON (1981). En general los árboles necesitan mucha agua para su crecimiento. Por ejemplo: para producir 1 kg, de madera seca, PRITCHETT (1979), calculó que se requieren de 300 a 500 litros de agua.

En sitios secos el sistema radicular de un árbol necesita más volúmen del suelo para absorber la cantidad de agua requerida para un buen crecimiento que el mismo árbol en un suelo húmedo, CANNON (1981).

FIG. N° 4 Influencia de la profundidad efectiva del suelo en el espaciamiento para *Eucalyptus grandis* en una plantación para pulpa, CANNON, (1981).



4. MATERIALES Y METODOS

4.1 Descripción del Bosque-Escuela

Forma parte de la Sierra de la Primavera, en el suroeste se encuentra el Municipio de Tala, Jalisco. Se encuentra entre los meridianos $130^{\circ}37'15''$ y $130^{\circ}40'08''$ de Longitud oeste de Greenwich, y los paralelos $20^{\circ}34.54''$ de la latitud norte. Sus vecinos más cercanos son: por el norte, Latillas a 1 km,; por el NE, Cuexpala a 8 km, por el NW, La Villita a 4.5 km, y un poco más lejos pero en la misma dirección San Isidro Mazatepec a 7 km,; y por SW, el Cerro de San Miguel a 4 km, Mapa No. 1.

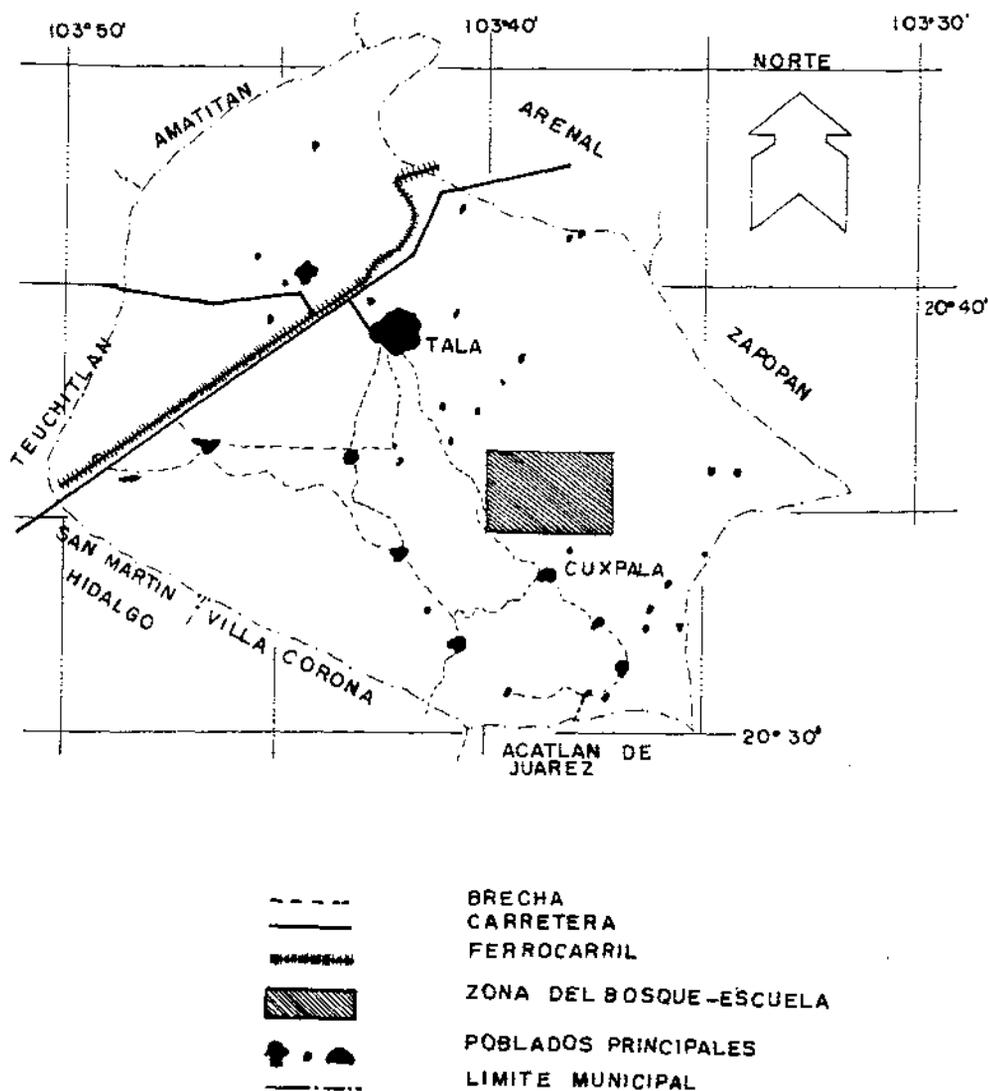
4.1.1 Altitud

El Bosque-Escuela presenta un rango altitudinal de 1390-1700.

4.1.2 Geología

La geología que presenta la Sierra de la Primavera, en general, procede de finales del mioceno, hace 30 millones de años, aunque su estructura continuó su evolución en el cenozoico superior, en el cual se acumularon segregado de origen volcánicos piroclásticos, E. FAUDON, (s.f.).

Las rocas ígneas extrusivas que componen el área son -- principalmente: riolita, obsidiana y pómez o jal., CURIEL B. (1985).



LOCALIZACION GEOGRAFICA DEL BOSQUE-ESCUELA

MAPA No. 1

4.1.3 Suelo

De acuerdo a la carta edafológica Detenal los suelos localizados dentro del Bosque-Escuela pertenecen en su mayoría a regosol eutrico, y en una mínima parte, dividida en 2 zonas separadas, a Feozem háplico; pero en un estudio de suelos realizado por ESTRADA, (1986), se encontró que el suelo es en su mayoría, Regosol dístico (no eútrico como se suponía), aún en zonas donde se creía era Feozem háplico.

Presenta un alto grado de erosión hídrica que causa la pérdida de 229.31 Ton/ha/año GOMEZ, (s.f.) lo cual forma grandes y numerosas cárcavas y erosión laminar.

4.1.4 Topografía

Es una zona muy accidentada con pequeñas mesetas, valles pequeños, cárcavas, algunas barrancas y lomeríos con suelos muy delgados. Sus pendientes van de 0 a más de 25%, siendo la mayor parte de esta última lo cual dificulta actividades que requieren terrenos más o menos planos (spp. C-4, 1978).

4.1.5 Hidrología

Existen innumerables cauces de arroyos que solo llevan agua durante la época de lluvias, y solo algunos como: Los Letreros, Taray, Las Presitas y Agua caliente son permanentes, ESTRADA (1986).

4.1.6 Clima

Según la clasificación de Köppen, modificada por E. GARCIA, la Zona de Estudio pertenece al sub-grupo climático (A) C, (Templado semicalido). La temperatura media anual es de

18.9°C. La temperatura media del mes más frío es de 0.5°C y la del mes más cálido de 37.5°C, tiene una precipitación pluviométrica anual de 835.7 mm, y un coeficiente p/t menor de 43.2, ABUD (1987).

Los días despejados se presentan con más frecuencia en invierno y primavera, entre los meses de octubre a mayo. Los vientos dominantes son del suroeste en los meses de noviembre a junio y por lo general del grado 2, GALLEGOS (1988).

4.1.7 Vegetación

En su mayor parte está constituida por Bosque Natural de Pino-Encino. En el estrato arboreo se encontraron las siguientes especies.

| Nombre científico | Nombre vulgar |
|------------------------------|---------------|
| <i>Clethra mexicana</i> | Malvaste |
| <i>Quercus castanea</i> | Encino |
| <i>Quercus magnoliifolia</i> | Roble |
| <i>Quercus rugosa</i> | Roble |
| <i>Quercus viminea</i> | Encino |
| <i>Persea podadenia</i> | Laurel |
| <i>Pinus michoacana</i> | Pino |
| <i>Pinus oocarpa</i> | Pino |
| <i>Pinus montezumae</i> | Pino |

El Bosque-Escuela conserva siempre un toque de verdor, ya que, aunque muchas spp. de *Quercus* son caducifolias su carencia de follaje es breve y no coincide entre unas y otras especies; esto y su combinación con *Pinus* es la razón de dicho verdor, ABUD (1987).

4.1.8 División de la superficie del Bosque-Escuela

El Bosque-Escuela cuenta con una superficie total de 760 ha, el cual se dividió en 20 distritos de 30-50 has, cada uno. Esta es una medida estandar internacional, para manejo de bosques que tiene por meta facilitar el manejo ecológico y administrativo del mismo. En este caso las divisiones hasta la fecha son teóricas, para hacer la división en distritos se basaron en la fisiografía, orografía e hidrografía, ABUD (1987).

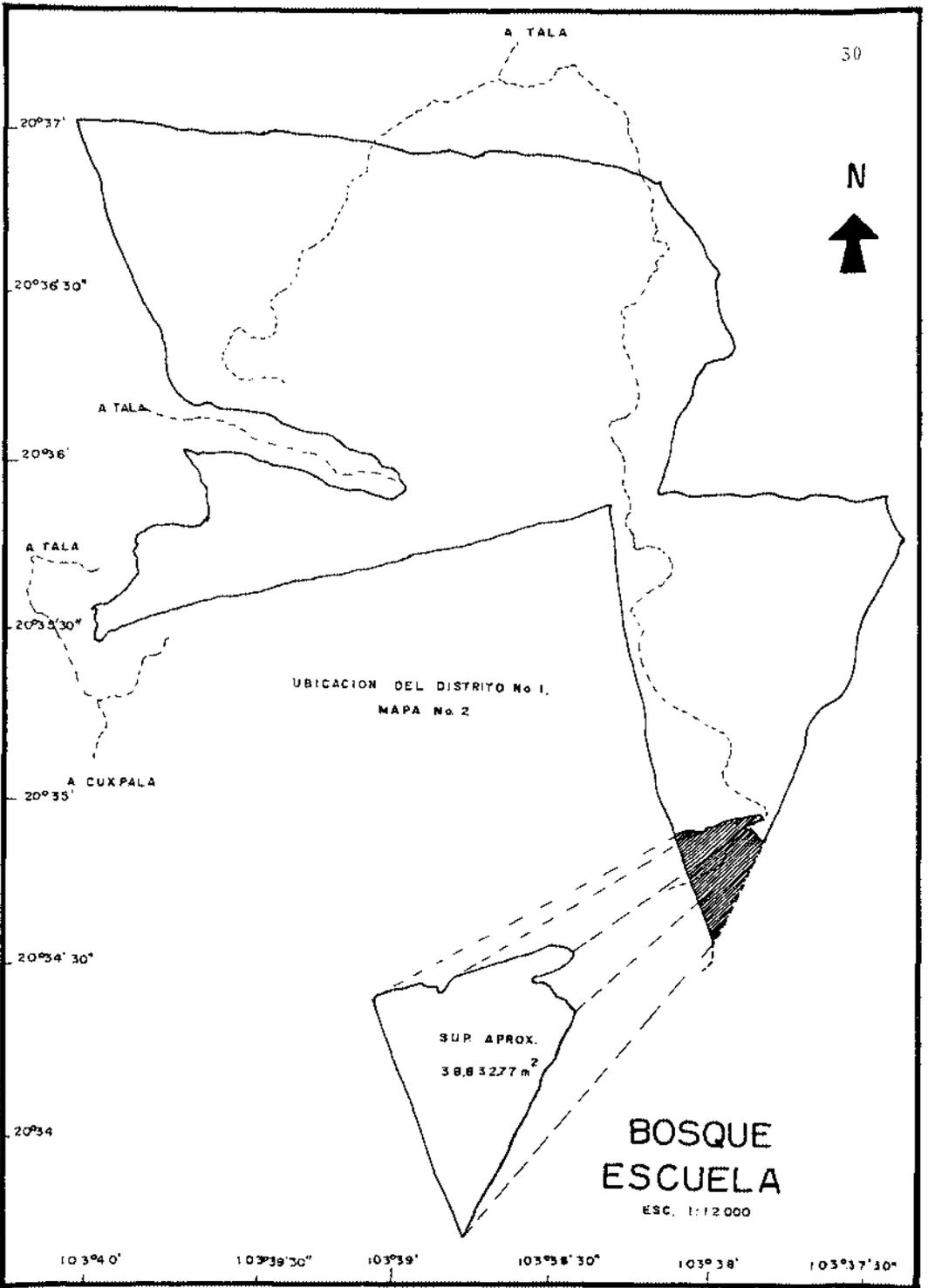
4.1.8.1 Descripción del distrito No. 1

Es un terreno plano, que no presenta grandes variaciones fisiográficas y de vegetación. En este distrito se encuentran casi todas las actividades iniciales para el mejoramiento e investigación del bosque, además de utilizar una parte de esta superficie con fines agrícolas, Mapa No. 2.

4.1.8.2 Descripción del perfil del suelo en el distrito No 1

| | |
|-----------------------|-------------------------|
| Pendiente | 0-13% |
| Profundidad del suelo | 40 cm. |
| Pedregosidad clase | 0-1 (casi sin piedras) |
| Fertilidad | media |
| Materia orgánica | 2% |
| Provisión de humedad | húmedo, ESTRADA (1986). |

Nota: La superficie en donde se estableció el experimento, en décadas anteriores fué utilizada como suelos de uso agrícola.



4.2 Material utilizado

Planta (*Pinus michoacana*)
 Cinta métrica
 Pie de rey
 Brújula
 Teodolito
 Penta-prisma
 Pocera
 Cámara fotográfica
 Aspersora de 15 lts.
 Insecticidas y fungicidas
 Azadones
 Machetes
 Lazos
 Desmalezadora
 Alambre de puas
 Moto-perforadoras

4.3 Actividades desarrolladas

4.3.1 Trabajo en vivero

Selección de la planta (*Pinus michoacana*).
 Transporte de la planta al IMCyP.
 Observación del estado sanitario de la planta:
 Tipo de sustrato utilizado en la producción de planta.
 Estado sanitario de la yema terminal.
 Estado del sistema radicular.
 Forma del tallo y grosor $\bar{x}=0.75$ cm.
 Tamaño de la planta $\bar{x}=12$ cm.
 Tamaño de raíz $\bar{x}=42.6$ cm.

La planta utilizada en dicho experimento fué donada por el vivero "El Centinela" de la SARH, en Jalisco (junio 1988), los cuales reportan lo siguiente:

Procedencia de la semilla: Ciudad Gúzman, edad aproximada 1 año 6 meses.

Las observaciones que se realizaron en el IMCyP en cuanto al material donado, fueron las siguientes: presenta malformación del tallo y raíz con cuello de ganzo. Por consiguiente se considera que la planta a utilizar no reunía las condiciones más óptimas, GRELLMANN⁺, HERNANDEZ y GALLEGOS -- (1988).

4.3.2 Trabajo de campo

Transporte de planta y herramienta al área de estudio.

Labores culturales al terreno:

Un paso de barbecho

Un paso de rastra

Trazo de parcelas

Ubicación de cepas (cepa común).

Ubicación de las plantas.

Deshierbe

Aspersiones con insecticida y fungicidas

Ubicación de yesos para el monitoreo de humedad.

4.3.3 Descripción de la especie utilizada

| | |
|----------|---------------------------|
| Familia: | coníferas |
| Género: | pinus |
| Especie: | <i>Pinus michoacana</i> . |

Se seleccionó esta especie para llevar a cabo este experimento, debido ha que es una especie endémica de la Sierra de la Primavera.

FUSTE: árbol de 20 a 30 m, de alto o más y 65 mm, de -- diámetro, a veces más, con una copa densa y redondeada; corteza oscura, aspera y agrietada con planchas largas. RAMAS: fuertes, extendidas, dispuestos irregularmente, ascendentes cuando jóvenes y casi horizontales cuando viejos. ACICULAS: en grupos de 5, rara vez 4 ó 6 comunmente de 30 cm, de largo, pero la cifra oscila entre 20 y 47, de color verde oscuro, - triangulares fuertes y flexibles. CONOS: oblongos ovoides - subcilíndricos, largos y gradualmente atenuados hacia el --- apice; miden de 15 a 50 m, colocados por pares a veces agrupados de 3 ó 4, rara vez solitarios algo resinosos, fuertes y no pronto caidizos. SEMILLAS: café oscuro, con manchas - negras, de 6 a 7 mm, de largo. DISTRIBUCION: Chiapas, Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Veracruz y Zacatecas, EGUILUZ (1985).

4.4 Diseño experimental

Para este experimento se utilizó el método NELDER, como antecedentes de éste se puede decir que se aplicó en Alemania Federal en 1974 con las especies de *Populus spp.* Los -- primeros resultados se dieron a conocer en Soest, RFA, en el año de 1981 por J.B. FABER.

En México hasta la fecha no se conoce reporte alguno de la aplicación de dicho método para determinar el marco de -- plantación.

Este método consiste en un número concéntrico de círculos a distancias variantes, los cuales son interceptados por radiaciones (líneas) que parten del centro, en el punto de - intersección entre la línea de radiación y el círculo, se obtienen los puntos donde se debe plantar el árbol, J.A. NELDER (1962).

El ángulo de las líneas de radiación es de 18° P.J. FABER, (1974), partiendo del centro. El método NELDER basa -- sus principios en las siguientes funciones trigonométricas:

$$R_x = \frac{A_x}{2 \operatorname{sen} \frac{\alpha}{2}} \quad A_x = r_x \cdot 2 \operatorname{sen} \frac{\alpha}{2}$$

Donde:

R_x = Distancia entre árboles

A_x = Distancia entre líneas

α = Ángulo de radiación

2 = Constante

4.4.1 Establecimiento de las parcelas experimentales

Para el establecimiento de las tres parcelas (1,2 y 3)- se utilizó el teodolito en cada una de ellas, con el cual se trazaron las líneas de radiación con un ángulo de 18° par--- tiendo del centro; iniciando las radiaciones en referencia - al norte; caba parcela presenta un radio de 10 m. Estas se muestran en las figs. Nos. 5, 6 y 7, donde se da a conocer su conformación y datos.

Para cada parcela la distancia entre círculos (R_x) es - constante y puede ser determinada un tanto arbitrariamente. Sin embargo, la distancia entre los árboles de un mismo círculo también es constante, pero diferente con respecto al -- resto de los demás círculos (A_x).

Esto se representa en los cuadros Nos. 4, 5 y 6, donde se muestra el cálculo del espaciamiento para cada una de las parcelas en cuanto a su constante R_x y su variante A_x . Es-- ta conformación permite estudiar diferentes espaciamientos - desde el centro del círculo hasta la periferia del mismo.

FIG. N° 5 Conformación y datos de la parcela N° 1.

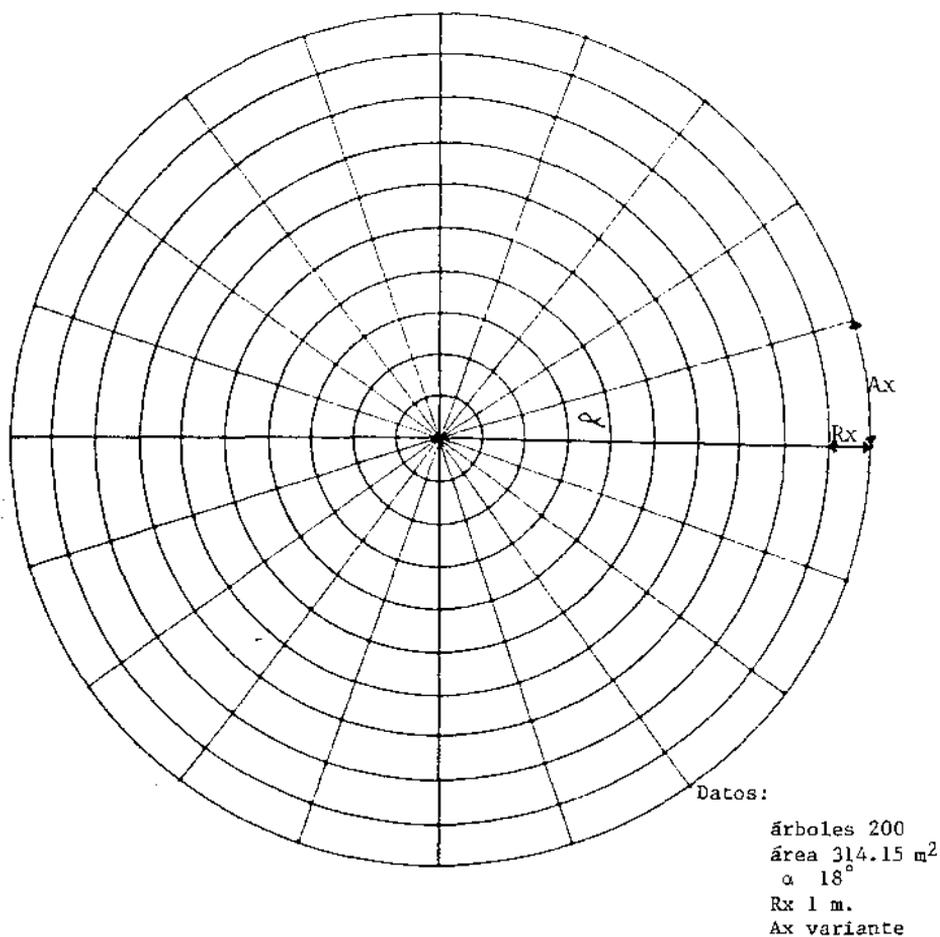


FIG. N° 6 Conformación y datos de la parcela N° 2.

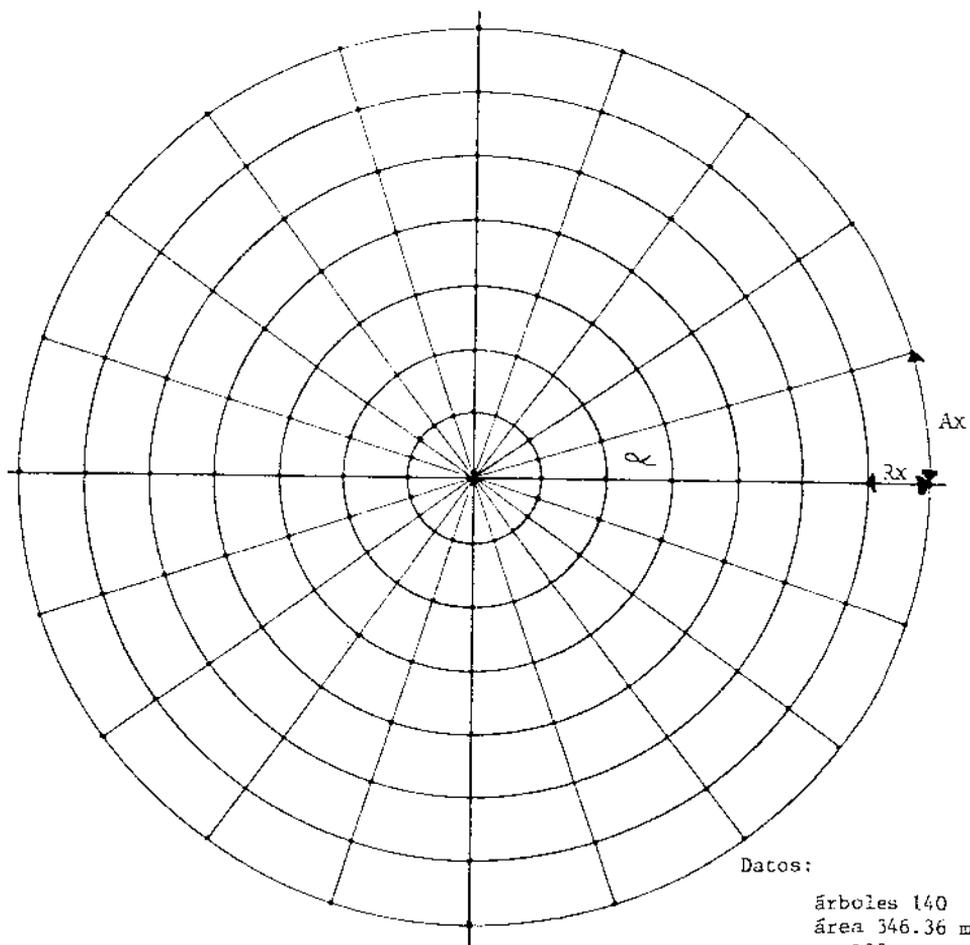
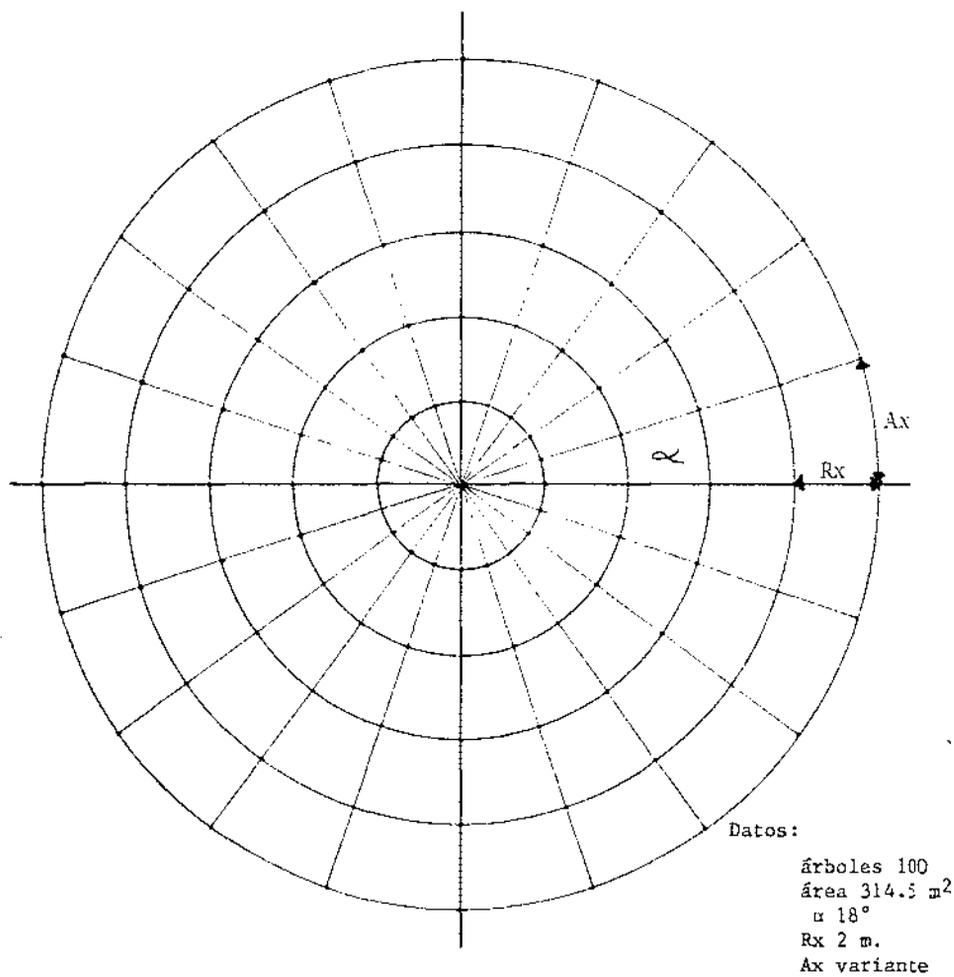


FIG. N° 7 Conformación y datos de la parcela N° 3.



CUADRO N° 4 Parcela No. 1. Representación del cálculo de espaciamiento para la variante Ax, constante Rx y sobrevivencia.

| N° de círculos | Distancia entre árboles (Ax)m. | Distancia entre círculos (Rx)m. | Sobrevivencia árboles/círculos |
|----------------|--------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| 1 | 0.31 | 1 | 20 |
| 2 | 0.63 | 1 | 20 |
| 3 | 0.94 | 1 | 20 |
| 4 | 1.25 | 1 | 20 |
| 5 | 1.57 | 1 | 19 |
| 6 | 1.90 | 1 | 20 |
| 7 | 2.30 | 1 | 19 |
| 8 | 2.51 | 1 | 20 |
| 9 | 2.82 | 1 | 20 |
| 10 | 3.14 | 1 | 20 |
| | | | 99% |

CUADRO N° 5 Parcela No. 2. Representación del cálculo de espaciamiento para la variante Ax, constante Rx y sobrevivencia.

| N° de círculos | Distancia entre árboles (Ax)m. | Distancia entre círculos (Rx)m. | Sobrevivencia árboles/círculos |
|----------------|--------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| 1 | 0.47 | 1.5 | 20 |
| 2 | 0.94 | 1.5 | 20 |
| 3 | 1.41 | 1.5 | 19 |
| 4 | 1.88 | 1.5 | 20 |
| 5 | 2.35 | 1.5 | 20 |
| 6 | 2.82 | 1.5 | 20 |
| 7 | 3.30 | 1.5 | 20 |
| | | | 99.28% |

CUADRO N° 6 Parcela No. 3. Representación del cálculo de espaciamiento para la variante Ax, constante Rx y sobrevivencia.

| No. de círculos | Distancia entre árboles (Ax)m. | Distancia entre círculos (Rx)m. | Sobrevivencia árboles/círculos |
|-----------------|--------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| 1 | 0.63 | 2 | 20 |
| 2 | 1.25 | 2 | 20 |
| 3 | 1.88 | 2 | 20 |
| 4 | 2.50 | 2 | 20 |
| 5 | 3.14 | 2 | 20 |
| | | | 100% |

Una vez concluida la plantación, será necesario llevar un control y registro de datos experimentales acerca de:

Diámetro, altura, humedad del suelo, sobrevivencia y competencia.

Con lo cual se procederá posteriormente a evaluar el desarrollo de la investigación. La frecuencia de las observaciones se harán mensualmente para diámetro y altura, los parámetros restantes se registrarán mensualmente. Además se efectuarán observaciones sobre plagas y de enfermedades.

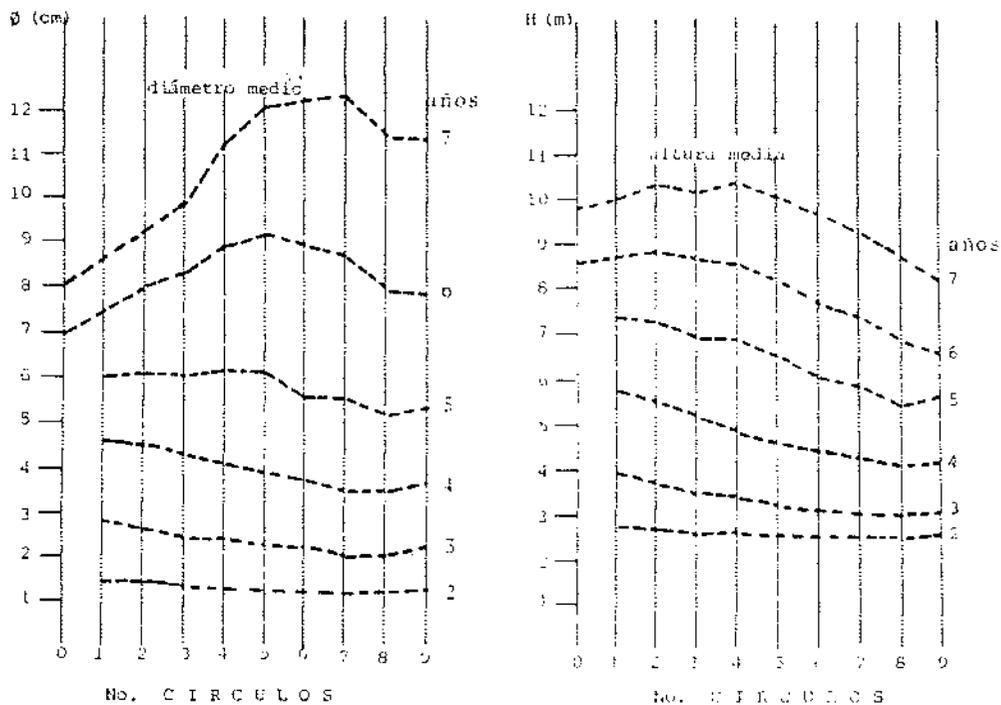
Para la realización del procesamiento de datos se sugieren los siguientes métodos estadísticos:

Determinación de sobrevivencia ($\frac{\%}{100}$).

Los parámetros de diámetro y altura se pueden manejar como los reporta P.J. FABER (1981), quien graficó de una manera sencilla los datos por él obtenidos, fig. No. 8.

También los resultados se pueden ilustrar a través de gráficas de Barras, como en el caso de la humedad en relación con el crecimiento, altura, diámetro y espaciamiento.

FIG. N° 8 Resultados gráficos del método NELDER con populos spp. de 7 años, interpretados por B.J. FABER (1981).



5. RESULTADOS ESPERADOS.

Considerando que en este tipo de investigación los resultados son a mediano y largo plazo, no es posible por el momento presentar resultados propios y avanzados de esta investigación. Sin embargo, si es posible enunciar los resultados -- que se esperan del presente trabajo:

- Observación de la sobrevivencia y competencia.
- Determinar la necesidad del tratamiento silvícola para cada espaciamiento en función de la dinámica de -- los individuos y costos.
- Comparar la calidad de la madera en función del espaciamiento.
- Poder estudiar el comportamiento de las propiedades -- físico-mecánicas de la madera en relación a la densidad del rodal.
- Realizar tablas de volúmenes que permitan comparar el desarrollo de un bosque técnico respecto a un natural, para la especie de estudio.
- Observar la incidencia de plagas y enfermedades de -- acuerdo a los diferentes espaciamientos.
- Evaluación del monocultivo en función de la presencia o ausencia de nutrientes en el suelo, así como sus -- factores bióticos.
- Generación de biomasa.
- Funcionalidad de la metodología aplicada.
- Determinación del espaciamiento óptimo para cada una de las diferentes metas de producción.

Observar detenidamente el área de crecimiento por árbol y su incremento en diámetro y volúmen, para en un futuro elaborar las tablas de producción para la especie en cuestión.

Debe de tomarse muy en cuenta la relación densidad/estabilidad y estructura del rodal para lograr una buena dinámica de la masa arbolada.

6. CONCLUSIONES

Al inicio de este trabajo se mencionó que la investigación dentro del campo forestal no es a plazo corto, sino a mediano y largo. Para la conclusión del mismo solo haremos alusión a los resultados obtenidos en esta primera fase.

El método NELDER, resultó ser de fácil manejo y aplicación, pues para su realización no se requirió de mucho tiempo. En cuanto a su cálculo matemático y estadístico no es complicado, ya que sus principios son claros y específicos.

Las observaciones realizadas desde el inicio del experimento hasta la fecha, demuestran que existe una mortandad de árboles insignificante; esto se puede apreciar en los cuadros Nos. 4, 5 y 6, donde se muestra el espaciamiento y el número de plantas por círculo, así como su sobrevivencia.

Las plantas presentan un buen estado fitosanitario y también un buen desarrollo. Esto muestra, que hubo un buen manejo de la planta y además que aún no existe competencia entre los árboles por nutrientes y espaciamiento.

Las ventajas que muestra el método son:

- No requiere de grandes superficies para tener una amplia gama de variaciones en cuanto a espacio. En comparación con el diseño experimental bloques al azar, el método NELDER presenta claras ventajas en espacio. Esto se puede observar en el cuadro No. 7, además tiene la conveniencia de presentar en una misma superficie todos los parámetros que influyen en la investigación.

CUADRO N°7. Comparación de superficie requerida para la determinación de la densidad entre el método NELDER y bloques al azar.

| Parcela | Superficie M. NELDER | Superficie B. al azar | Diferencia | Arboles/parcela |
|---------|-------------------------|--------------------------|----------------|-----------------|
| N° | m ² | m ² | m ² | |
| 1 | 314.5 | 347.4 | 32.5 | 200 |
| 2 | 346.3 | 395.1 | 48.74 | 140 |
| 3 | 314.5 | 375.6 | 61.45 | 100 |

- El método presenta también una flexibilidad en cuanto al tamaño de la muestra ya que no existe alguna limitante por parte de éste.

6.1 Recomendaciones

Es preciso investigar más a fondo para conocer el tiempo de intervención de podas, aclareos para determinar el mejor régimen de densidad/aclareo. Tomando en cuenta para --- ello, la fisiología de la especie, la calidad del sitio y la meta que se persigue.

Al hacer una plantación, antes de recomendar una densidad inicial, es muy importante conocer la finalidad o meta - que se persigue para poder sugerir la especie y el espaciamiento.

Crear una infraestructura necesaria para aprovechar los individuos de fustes cortos y delgados, los cuales serían -- producto de un aclareo.

Continuar con esta investigación para conocer más a fondo este método y de ese modo poder concluir el beneficio que brinda para la investigación forestal.

Establecer experimentos en varios lugares con diferentes calidades de sitio, y no solamente en el Bosque-Escuela, y además de probar con otras especies.

7. BIBLIOGRAFIA

- ABUD, G. (1986), Aspecto ecológico y taxonómico de insectos (orden *Lepidoptera e hymenoptera*), en el Bosque-Escuela de la Sierra de la Primavera, Tesis, Facultad de Ciencias, Universidad de Guadalajara.
- AVILA, H. et al (s.f.), Ecología y silvicultura, Editorial Científico-técnica, Habana, Cuba. Pags. 225-245.
- BUTTER, D. (1985, Über Einfluß der Wuchsfläche auf die Produktivität von Fichten im Westerzgebirge. Wiss Z. Techn Univ. Dresden 34 Pags. 211-215.
- COX, F. (1971), Dichtebestimmung und Strukturanalyse von Pflanzpopulationen mit Hilfe von Abstandsmessungen. Diss. Georg August-Univ. Göttingen. Pags. 3-20.
- COZZO, DOMINGO, (1986), Tecnología de la Forestación en Argentina y América Latina. Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires Argentina.
- DANIEL, HELMS y BAKER, (1982), Principios de Silvicultura. Ed. McGraw-Hill, México. Pags. 253-297.
- EGUILUZ, P. (1985), Descripción Botánica de los pinos de México. Chapingo, México. Pags. 21-22.
- ESTRADA, G. (1986), Investigaciones de suelo para evaluación de sitios mediante factores abióticos en el Bosque-Escuela. Tesis, Facultad de Agricultura, Universidad de Guadalajara.

- FAO, (1975), Práctica de plantación de árboles en la Sabana Africana, Roma. Pags. 120-126.
- FAO/HOLANDA INFOR, (1984), Guía para el establecimiento de plantaciones forestales en la Sierra Peruana. Lima, -- Peru. Pags. 44-76.
- FUENTES, T. (1988), Consulta personal, Guadalajara, Jal., -- México. IMCyP, Universidad de Guadalajara.
- GALLEGOS R. (1987), Trabajo de Diplomado Universidad Técnica de Dresden, Facultad Forestal Tharandt en RDA. Zur Bestandesstruktur und Bestandesbehandlung in Kiefernjungbeständen (aut $Uf-M_2$ - und $Um-Z_2$ Standorten). Pags. --- 5-18.
- - - - - (1988), Estudio preeliminar para determinar la densidad de plantación en el Bosque-Escuela del IMCyP, Universidad de Guadalajara, 'Amatl. vol. II No. 3. -- Pags. 19-21.
- GERHARD LERCH, (1985), Pflanzenökologie, verlag Akademie, -- Berlín. Pags. 20-64.
- HARTING, M. (1981), Bestimmung von Pflanzenzahlen und Pflanzverbänden bei *Pinus caribae* var. *Caribae* BARR. GOLF. - Manuskript. Techn. Univ. Dresden. Pags. 2-15.
- HERNANDEZ, A. J. (1986), Evaluación Biológica-silvícola de un ensayo de plantaciones con *Eucalyptus* spp. en Zacoalco de Torres, Jal. Tesis, Facultad de Agricultura, Universidad de Guadalajara.
- - - - - (1988), Trabajo de Post-grado, Universidad Técnica de Dresden, Facultad Forestal Tharandt en RDA. Forschung Über die besondere Ursache der pflanzenbefall bei Kieferkultur (*Pinus sylvestris* C).

- KLEPAC, D. (1983), Crecimiento e incremento de árboles y masas forestales. Universidad Autónoma de Chapingo, México. 365 pags.
- KRAMER, H. (1980), Biologische, technische und wirtschaftliche Aspekte der Jungbestandspflege. Verlag J.D. Sauerländer's, Frankfurt am Main. Pags. 328-346.
- - - - - (1984), Grundlagen Zur Forstlichen Ertragskunde. - Universität von Göttingen. Göttingen. Pags. 25-64.
- LAMPRECHT, HANS (1986), Waidbau in den Tropen. Verlag Paul - Parey. Hamburg und Berlin. Pags. 57-59, 153-167.
- LEFBUNGUT, HANS, (1982), Die Aufforstung. Verlag Paul Haupt, Bern und Stuttgart. Pags. 39-43.
- MARSCH, M. (1985), Stabilität von Einzelbäumen und Beständen gegenüber abiotischem Schadfaktor Sturm. Manuskrit -- (Unveröff.)
- MUSALEM, M.A. y P. TOSERO (1978), Comportamiento de *Pinus caribae* var. *Hondurensis* BARR y GOLF, en cuatro densidades de plantaciones diferentes. Primera Reunión Nacional sobre Plantaciones Forestales, SARH, México.
- POHRIS H. (1985), Principios para la Forestación y Manejo de los rodales de pino en el proyecto Bosque-Escuela. Inédito.
- SARH, (1985), 3ra. Reunión Nacional sobre Plantaciones Forestales, publicación especial No. 48, México. Pags. 2-15.
- SCHORCHT M. (1979), Aufforstung in Tropischen Ländern Teil - I: Koniferen, Lehrmaterial. Technische Universität - - - - Dresden, sektion Forstwirtschaft. Pags. 23-36.

- STEPHEN, SPURR AND BURTON (1980), *Ecología Forestal*, Ed. Agt. México D.F. Pags. 365-395.
- TOMPPU, (1986), *Models and Methods for Analysing Spatial Patterns of trees*. Communications institut. Forestalis -- Fennial 138, Helsinki. Finland.
- THOMASJUS, H. (1978), *Waldbau 8/9. Lehrbrief für das Hochschulstudium Forst-ingenieurwesen*.
- (1979), *Allgemeine Grundsätze für die Anlage -- und Behandlung von Pflanzungsbeständen mit tropischen -- Baumarten*, Beiträge f.d. Forstwirtschaft. Heft 3. Pags. 101-108.
- THOMASJUS, BUTTER UND MARSCH, (1986), *Maßnahmen zur Stabili-- sierung von Fichtenforsten gegenüber Schnee-und Sturmschäden*. Preprint. Beitrag zum 18. Weltkongreß der -- ICFRO 7. - 24. Sept. in Ljubljana. Jugoslaven.
- ZEPEDA, B. y VILLARREAL A. (1987), *Guía de densidad para --- Pinus hartwegii lindl de Zoquiapan, México*. Chapingo - México. Pags. 1-12.