

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

FACULTAD DE AGRONOMIA



"ENSAYO DE ACLAREOS EN PARCELAS EXPERIMENTALES DE
Eucalyptus tereticornis, EN EL INSTITUTO DE MADERA,
CELULOSA Y PAPEL"

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

ING. AGRONOMO FORESTAL

P R E S E N T A

EFREN HERNANDEZ ALVAREZ

Las Agujas Municipio de Zapopan, Jal. 1990



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
FACULTAD DE AGRONOMIA

Sección **ESCOLARIDAD**...

Expediente

Número... **0745/90**

30 de octubre de 1990

C. PROFESORES:

- ING. AGUSTIN GALLEGOS RODRIGUEZ, DIRECTOR**
- ING. SALVADOR MENA MUNGUIA, ASESOR**
- ING. MAXIMILIANO HUERTA CISNEROS, ASESOR**

Con toda atención me permito hacer de su conocimiento, que habiendo sido aprobado el Tema de Tesis:

**"ENSAYO DE ACLAREOS EN PARCELAS EXPERIMENTALES DE
Eucalyptus teraticornis, EN EL
INSTITUTO DE MADERA, CELULOSA Y PAPEL"**

presentado por el (los) PASANTE (ES) GEREN HERMANDEZ ALVADEZ

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

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

A T E N T A M E N T E
"PIENSA Y TRABAJA"
EL SECRETARIO

ING. SALVADOR MENA MUNGUIA

srd'

mam

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
FACULTAD DE AGRONOMIA



30 de octubre de 1990

ING. JOSE ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
PRESENTE

Habiendo sido revisada la Tesis del (los) Pasante (es)

EFREN HERNANDEZ ALVAREZ

titulada:

"ENSAYO DE ACLAREOS EN PARCELAS EXPERIMENTALES DE
Eucalyptus tereticornis, EN EL
INSTITUTO DE MADERA, CELULOSA Y PAPEL"

Damos nuestra Aprobación para la Impresión de la misma.

DIRECTOR

Agustín Gallegos R

ING. AGUSTIN GALLEGOS RODRIGUEZ

ASESOR

ASESOR

[Firma]

ING. SALVADOR MENA MUNGUIA

[Firma]

ING. MAXIMILIANO HUERTA CISNEROS

srd'

mam

LA NOCION DE QUE EL BOSQUE ES UN REGALO DE LA NATURALEZA ES ANTICUADA. EL BOSQUE ES MAS BIEN EL RESULTADO DEL TRABAJO ASIDUO Y CIENTIFICO DE HOMBRES QUE TRABAJAN EN BENEFICIO DE LA SOCIEDAD Y DE LAS GENERACIONES FUTURAS.

Ivan Grouev

Ex primer ministro adjunto de Montes e Industrias Forestales de Bulgaria.

DEDICATORIAS

A MIS PADRES

Arturo y Felisa

Por brindarme su amor y comprensión, unidos a los sacrificios que realizaron para que yo vea cumplido mi mayor anhelo. Con toda mi gratitud, admiración, cariño y la promesa de no defraudarlos.

A TI MARGARITA

Por ser todo lo que eres para mi.

Para mi pequeña Andy con cariño.

A MIS HERMANOS

Arturo, Mario, Gustavo, Sergio, Yolanda, Gerardo y Osbaldo por darme su apoyo y ser los mejores amigos.

A la memoria de un gran hombre, Prof. Karl Augustin Grellmann+, quien fomento en mi el amor por la naturaleza y de una forma muy especial por el bosque.

Con admiración y respeto a mi tío J. Isabel Navarro G.

A mis compañeros de trabajo en Bosque-Escuela.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue elaborado como requisito parcial para obtener el grado de ingeniero agrónomo con orientación Bosques en la Facultad de Agronomía de la Universidad de Guadalajara, bajo la dirección del Dipl. Ing. Agustín Gallegos Rodríguez Coordinador del Departamento Bosque-Escuela del Instituto de Madera, Celulosa y Papel, Universidad de Guadalajara.

Gracias, al apoyo y sugerencias de las siguientes personas; Dr. Ing. José Turrado Saucedo, director del IMCyP, U. de G, Ing. Salvador Mena Munguía, Secretaria de la Fac. de Agronomía, U. de G., Ing. Maximiliano Huerta Cisneros, Subcoordinador del departamento Bosque-Escuela del IMCyP.

De igual forma gracias al personal del Instituto de Madera, Celulosa y Papel de la Universidad de Guadalajara, que de alguna u otra manera colaboraron para llevar a cabo la realización de este trabajo, en especial a Rubén Ramírez Plascencia y María Angélica Ortiz Cordero.

C O N T E N I D O

RESUMEN

INTRODUCCION	1
OBJETIVOS	4
HIPOTESIS	5
ANTECEDENTES	6

1. REVISION DE LITERATURA 11

1.1. Cortas intermedias.	11
1.2. Aclareos	12
1.3. Características y propósitos de los aclareos.	13
1.4. Métodos de aclareo.	14
1.5. Efectos de los aclareos en la plantación.	16
1.6. Intensidad del aclareo.	18
1.7. Finalidad y significado de las plantaciones.	20
1.8. Utilización del eucalipto.	21
1.9. Manejo en plantaciones de eucalipto.	24
1.10. Crecimiento y rendimiento del género eucalyptus.	24
1.11. Principios generales del manejo del rodal.	26
1.12. Estabilidad del rodal.	27
1.13. Estructura del rodal.	28
1.14. Clasificación de los rodales.	29
1.15. Composición y desarrollo de las poblaciones.	30
1.16. Desarrollo silvícola de las poblaciones.	32
1.17. La densidad de los rodales.	32
1.18. Calidad del sitio.	33
1.19. Momento en que se aplica el primer aclareo.	34
1.20. Secuencia de los aclareos.	34

2. MATERIALES Y METODOS 36

2.1. Descripción del área de trabajo.	36
2.2. Descripción del género eucalyptus.	40
2.3. Descripción de <u>Eucalyptus tereticornis</u> .	41
2.4. Metodología del trabajo.	42

3. RESULTADOS Y DISCUSION 53

3.1. Area basal.	53
3.2. Coeficientes mórficos.	53
3.3. Volumen.	53

3.4. Índice de sitio para el Predio Las Agujas.	54
3.5. Crecimiento y rendimiento del arbolado.	55
3.6. Area de muestreo de los seis Árboles.	57
3.7. Area de incremento individual.	62
3.8. Ajuste de curvas.	67
CONCLUSIONES	93
RECOMENDACIONES	94
BIBLIOGRAFIA	95
APENDICE	98

R E S U M E N

El ensayo de aclareos es una herramienta que nos permite evaluar el comportamiento de los parámetros silvícolas del rodal antes y después de llevar a cabo una intervención, lo cual nos da la oportunidad de analizar si la masa arbolada requiere en un momento dado una intervención y si ésta es acorde en primer lugar a los requerimientos del rodal y en segundo lugar a los objetivos de manejo del silvicultor.

La realización de estos ensayos tiene la finalidad de establecer un índice de densidad óptima de aclareo en las parcelas experimentales, en las que se hacen algunos estudios que inciden en el dominio del manejo forestal.

Para poder llevar a cabo lo anterior fue necesario hacer lo siguiente: Croquis a escala de cada parcela en los que se asigno un número a cada árbol; una toma de datos silvícolas de las parcelas mediante el muestreo aleatorio del sexto árbol para analizar su estado en general; determinación de clases de los parámetros diámetro, altura y área de incremento; análisis de los índices de área basal y volumen; ajuste de curvas de las distribuciones reales con una hipotética de Weibull de los parámetros citados. A dichos ajustes de curvas se les aplico un test de χ^2 . Posteriormente se analizó cuál era el índice óptimo para llevar a cabo un aclareo ideal, resultando para ese estudio el diámetro como el mejor.

I N T R O D U C C I O N

Los bosques de todo el mundo sin excepción, necesitan de un manejo silvícola, el cual debe ser adecuado a sus condiciones ecológicas y llevarse a cabo con la tecnología apropiada existente en cada región.

El bosque desde un punto de vista ecológico presenta cambios en sus diferentes estadios de desarrollo, lo que significa que tiene una dinámica ya que se mueve a través del tiempo en sentido vertical y horizontal. Estos patrones y procesos del desarrollo de los sistemas forestales en todo el mundo son, fundamentalmente similares y de ellos se pueden derivar principios de aplicación general (Whitmore, 1982, citado por Jardel, 1986), para llevar a cabo podas, aclareos o algunas otras prácticas que suministren un apoyo técnico-ecológico y que redituen en el desarrollo óptimo del árbol en particular y del rodal en general.

En el manejo de un área forestal ya sea esta natural o inducida con el objetivo principal de obtener materia prima para aserrío, chapas, postes de transmisión o similares, es necesario practicar intervenciones periódicas de aclareo. Y en el caso muy particular de plantaciones con especies forestales de rápido crecimiento la economía de la producción es más redituable cuando se puede obtener una ganancia económica a temprana edad que compense la inversión de su establecimiento y su manejo inicial. Sin embargo, la práctica de los aclareos tienen una gran complejidad y existe poca información sobre las diversas alternativas de régimen de aclareos que se presentan y los que se encuentran son específicos para ciertas zonas, especies, y objetivos particulares.

La forma en que textos clásicos de silvicultura como Baker (1950), Hawley y Smith (1972), y Braathe (1978), describen los procedimientos y fundamentos de los aclareos en masas coetáneas es muy general (Alfonso y Flores, 1980). Por lo que su aplicación directa a plantaciones coetáneas presentaría serias dificultades.

Quizás lo anterior son los motivos por los que casi siempre hay recelo al decidir respecto a los aclareos en plantaciones jóvenes, sin embargo dichos aclareos tienen que llevarse a cabo, ya que el no practicarlos es la peor de las alternativas. Por otra parte existe mucha controversia a cerca de la intensidad de los aclareos, los aspectos cualitativos que determinan cuáles árboles deben ser eliminados o aprovechados y sobre todo el régimen o esquema de aclareos.

Con respecto a la intensidad de los aclareos (Prado, 1989) menciona que en plantaciones comerciales de *Eucalyptus* spp., en Chile, algunas empresas forestales utilizan el "índice de número de árboles por hectárea" en lugar de algún otro como "área basal

residual" que solía emplearse en varias partes del mundo y que en México es muy usado en masas naturales, en cuanto al régimen o esquema de aclareos (Vicent y Luque, 1988) indican que éste depende de el (los) tipo (s) de producto (s) que desean y de diversos factores económicos, como por ejemplo, tasa de interés y costos de mano de obra. Y ya sobre los aspectos cualitativos que determinan cuáles árboles deben ser eliminados es dependiente del estado y desarrollo silvícola del rodal.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Los objetivos para los que fueron establecidas las parcelas experimentales de Eucalyptus tereticornis en el IMCyP son los siguientes: (MARTINEZ y HERNANDEZ, 1981).

- Observar el desarrollo de cada uno de los árboles, así como su incremento del diámetro y la altura de éstos.

- La observación de la copa de los árboles y cuál es su influencia de ésta.

- Observar el tipo y propiedades de la madera en comparación con otras especies, existen aproximadamente 600 especies de Eucalyptus con diferentes propiedades de su madera.

- También observar las condiciones del suelo, ya que es un factor muy importante en el desarrollo de la planta por la aportación de sus nutrientes.

Como podemos ver, son cuatro los objetivos principales que se establecieron al llevar a cabo la plantación, para esto se hicieron observaciones y mediciones en diámetro y altura cada mes durante aproximadamente dos años después de la plantación. Sin embargo, dichas observaciones se abandonaron.

Por lo anterior, es necesario realizar de inmediato el primer aclareo en las plantaciones de Eucalipto por las siguientes razones:

- Se ha creado una situación fitosanitaria de cierta preocupación por mortalidad ocurrida, posiblemente por enfermedad (hongo del fuste o cáncer).

- Debido a la alta densidad (número de árboles/superficie) de las plantaciones se ha notado un efecto de dispersar el potencial productivo del terreno en un número elevado de árboles. En consecuencia, existe una alta competencia entre los individuos de la masa forestal en este momento (8 años de edad); y se debe determinar una densidad residual a dejar en pie antes de llevar a la práctica el aclareo en las plantaciones, tomando en cuenta

BIBLIOTECA ESCUELA DE AGRICULTURA

la productividad del sitio para esta especie, número de árboles por hectárea y por supuesto de acuerdo al producto que se desea obtener.

Por lo anteriormente expuesto se trata de investigar a través de métodos matemáticos, estadísticos y de simulación la densidad residual a dejar en pie en las parcelas experimentales mediante un aclareo.

OBJETIVOS

El presente trabajo de tesis tiene como objetivo principal analizar el estado silvícola de las parcelas experimentales a través de modelos matemáticos (distribución de Weibull) para con ello caracterizar silvícolamente las parcelas.

Se pretende derivar las medidas necesarias de intervención o manejo de las parcelas, (intensidad y tipo de aclareo) en función de la dispersión del número de árboles, área basal, volumen y de las distribuciones de las clases diamétricas, de altura y de área de incremento individual de la masa arbolada, con la ayuda de medidas de manejo simuladas en las parcelas de Eucaliptus tereticornis, deberán distinguirse los cambios respecto a la distribución teórica para con ello dar una base para el registro matemático del manejo de dichas plantaciones.

H I P O T E S I S

Conociendo el comportamiento silvícola de las plantaciones ya citadas podríamos determinar las intervenciones (tipo, momento en que se deben practicar) se podrá por consecuencia determinar la relación de beneficios/costo que pueden motivar a productores para establecer plantaciones forestales comerciales.

BIBLIOTECA ESCUELA DE AGRICULTURA

A N T E C E D E N T E S

Los tallares cultivados para las industrias del papel, leña, e incluso algunas veces para ademes pueden recibir muy pocos tratamientos o ninguno entre las cortas, pero estos cultivos tienen un bajo valor unitario por volumen. Los tallares cultivados en aclareos representan sin duda la proporción más grande de las plantaciones mundiales de eucalipto, por lo que se tiene poca información sobre programas de aclareos.

Si pretendemos obtener un cultivo de más valor con tallas progresivamente mayores, la cantidad de plantas en una parcela debe reducirse a medida que aumenta la altura de los árboles, para el primer aclareo sería mejor eliminar una hilera de cada tres, lo que daría una producción utilizable de madera para pasta y algunos postes cortos equivalente a un tercio del volumen total del rodal, así mismo facilitaría el acceso al rodal para las extracciones.

Un programa de aclareos que se lleva a cabo en Sudáfrica (Transvaal) para Eucalyptus grandis, es como sigue: densidad inicial aproximadamente de 1,100/ha., con fuertes aclareos a las edades de 3 1/2, 5, 8 y 12 años hasta un número de tallos de 100/ha.

La Tabla 1 resume los programas de aclareos efectuados para E. grandis en Sudáfrica (WATTLE RESEARCH INSTITUTE, 1972), y E. grandis en Zambia, (FAO, 1981).

TABLA 1. PROGRAMAS DE ACLAREO EN SUDAFRICA Y ZAMBIA.

EDAD (años)	TALLOS/HA DESPUES DEL ACLAREO	PORCENTAJE ACLAREADO	DIAMETRO MEDIO ESTIMADO A LA ALTURA DEL PECHO DE ACLAREO (ca)
S u d á f r i c a			
0	1330		
6-7	990	25	11-17
9-10	740	25	18-20
12-13	490	33	22-24
15-16	250	50	25-28
18-19	150	40	29-30
21-22	100	33	32-36
30	0	100	56-61
Z a m b i a (COPPERBELT)			
0	720		
2	496	31	9,2
5	329	34	20,1
9	220	33	26,7
12	0	100	33,5

Para E. globulus, en Uruguay se hacen dos aclareos a las edades de 6-7 y 10-11 años, que conjuntamente, eliminan el 70% del número de tallos establecidos; la tala final de los restantes 500 tallos sobre hectárea se hacen a los 16 años.

En Papua Nueva Guinea para *E. deglupta* con una población inicial de 480 tallos/ha., un aclareo de limpieza a los 5 años, un aclareo dejando 244 troncos/ha., a la edad de 10 años, un aclareo dejando 99 a la edad de 15 años, y una matarrasa a los 25 años.

Un plan de aclareo que se hace en Zambia en *E. grandis* es el que se representa en la tabla 2.

TABLA 2. PLAN DE ACLAREO DE EUCALYPTUS EN ZAMBIA.*

ALTURA m	ACLAREO DEJANDO ARBOLES/HA.	EDAD APROXIMADA (años)
20.0	500	3.6
26.0	333	5.2
	Aclareo total	8.0

*) Espaciamiento inicial 3.65 x 3.65 m.; 750 árboles por hectárea. A estos efectos, la altura se define como el promedio de altura del 10% de los árboles de mayor diámetro.

MARSH y BURGESS (1967), proponen para la producción de madera aserrada de *E. grandis* aclareos moderados, especialmente al comienzo de la rotación, con el fin de limitar la formación de madera juvenil, que es de inferior calidad. Luego, hacia la mitad de la rotación se llega a una densidad baja, asegura un rápido crecimiento hasta el momento de la cosecha; lo cual representamos a continuación en la tabla 3.

TABLA 3. ESQUEMA PARA MADERA ASERRADA DE E. grandis.

EDAD (años)	DENSIDAD (árboles/ha.)
0	1,310
7	1,000
10	750
13	500
16	250
19	150
30	0

Los bosques estatales Sudafricanos han sido intervenidos de la manera representada a continuación en la tabla 4. (E. grandis):

TABLA 4. ESQUEMA DE ACLAREOS EN BOSQUES SUDAFRICANOS.

EDAD (años)	DENSIDAD (árboles/ha.)
0	1,370
3-5	750
7-9	500
11-13	300
25-30	0

Payton (1981)

Este esquema considera una intervención bastante intensa y temprana, 3 a 5 años, dependiendo del sitio. En este caso la oportunidad e intensidad de la primera intervención son fundamentales. El primer aclareo debe ser temprano e intenso para evitar daño por viento, especialmente en los mejores sitios.

(OPIE et.al., 1978) sugieren una serie de esquemas de manejo para la producción de madera aserrada con y sin aclareos a modo de ejemplo se presenta uno bastante aplicado en Australia, en donde para sitios de muy buena calidad y buen acceso y para especies que no retoñan bien (*E. regnans* o *E. nitens*) proponen establecer un bosque de alta densidad inicial (siembra directa) el que, al alcanzar 10-12 m de altura (dominantes y codominantes) debe ser intensamente aclareado para dejar los mejores 120-250 árboles dominantes por hectárea, los que serán cosechados después de los 30 años. Como el aclareo se realiza temprano en la rotación se supone que el daño por viento es mínimo.

Este régimen de manejo es adecuado para especies que no rebrotan en abundancia, ya que un rebrote muy vigoroso reduciría la respuesta de los árboles seleccionados y en consecuencia sería necesario controlar el rebrote empleando herbicidas u otros medios.

Se pueden citar más esquemas de manejo (aclareos) en varias partes del mundo, más para México la SARH (1985) señala lo siguiente: el manejo de las plantaciones forestales es incipiente; las experiencias que se tienen sobre las labores culturales y aclareos han sido en forma anárquica o a nivel de ensayo. Los pocos resultados obtenidos no se han hecho extensivos o las acciones realizadas no obedecen a planes de manejo. Asimismo, las plantaciones llevadas a cabo en México, básicamente quedan enmarcadas dentro de las plantaciones protectoras. No se les ha prestado la importancia requerida en lo que se refiere a manejo. Y en las pocas plantaciones de índole "comercial" que existen, el manejo practicado ha sido mínimo; quizá podas, algunos aclareos por lo bajo y control de plagas y enfermedades.

1. REVISION DE LITERATURA.

Toda masa forestal sea ésta natural o artificial está compuesta por una serie de etapas, las cuales se presentan a continuación en la figura 1.

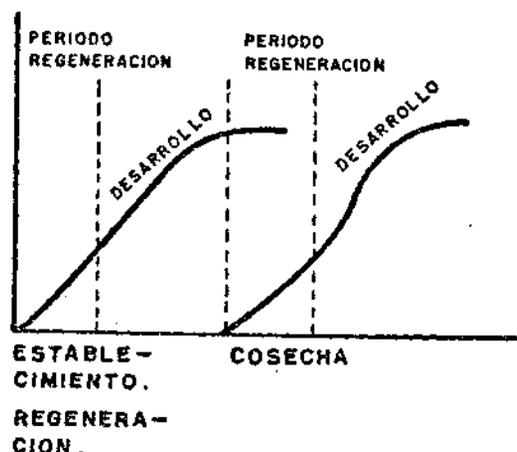


FIGURA 1. ETAPAS EN EL DESARROLLO DE LA MASA FORESTAL.

1.1. CORTAS INTERMEDIAS.

Las cortas intermedias se llevan a cabo en un rodal durante el periodo de desarrollo del arbolado y se aplican con el objeto de corregir fallas, mejorar la composición, calidad y desarrollo de la masa. El periodo en que se pueden realizar estas cortas abarca desde el momento en que se considere que la masa ha sido establecida hasta que llega a la madurez o turno prefijado, y cuando se maneja una masa coetánea el periodo llega a alcanzar cuando menos el 80% del turno manejado (HAWLEY y SMITH, 1972). Los que además mencionan seis diferentes tipos de cortas intermedias y que puede ser necesario o no aplicarlas todas a una

masa en particular, asimismo determinan que en caso de ser aplicadas, suele ser del modo que se muestra en la siguiente tabla (5).

TABLA 5. PERIODO DE APLICACION DE LAS CORTAS INTERMEDIAS.

CLASE DE CORTA	EPOCA DE APLICACION	OBSERVACIONES
Limpia	Del 1o. a aproximadamente el 20o. año.	Frecuentemente innecesaria.
Corta de liberación.	Del 1o. a aproximadamente el 20o. año.	Frecuentemente innecesaria.
Aclareo.	Del principio de la vida al comienzo del periodo de regeneración.	Conveniente en toda masa de espesura completa.
Corta de mejora.	Del 20o. año al inicio del periodo de regeneración.	Generalmente necesaria en masas previamente mal administradas.
Corta de recuperación.	Del 20o. año al inicio del periodo de regeneración.	Solo usada en casos de daños en la masa.
Poda.	Primer cuarto o mitad del turno.	Aconsejable solo en casos especiales.

1.2. ACLAREOS.

Un aclareo es una operación realizada en un rodal de edad uniforme o en agrupaciones forestales del mismo tipo, en cualquier momento previo al comienzo del periodo de regeneración, en la que el objetivo de la tala de árboles es, en primer lugar mejorar la calidad del rodal residual. Hasta hace poco la incorporación de patrones de aclareo dentro de las prácticas forestales se utilizó como antesala del manejo intensivo de los bosques. En algunos países europeos y del hemisferio sur, alrededor de 50 a 60% de la extracción total de productos

forestales proviene de los aclareos. Para diferenciar los aclareos de las cortas de mejoramiento, liberación o limpieza se debe limitar el significado de la palabra aclareo solo al caso en que se talen algunos individuos de la especie deseada, sea en rodales puros o mezclados. Dentro de un rodal mezclado de edad uniforme, un aclareo favorece deliberadamente la calidad de los árboles individuales sin distinción de especies. En aquéllos casos en los que la composición de especies cambia el tratamiento es más bien alguna de las otras cortas intermedias y no un aclareo (DANIELS, 1982).

1.3. CARACTERISTICAS Y PROPOSITOS DE LOS ACLAREOS.

- El volumen final de los rodales aclareados es usualmente menor que el de los no aclareados, pero sus productos son de mayor valor.

- Con excepción del aclareo de selección, con la aplicación de éstos, por tener un incremento en diámetro mayor, podremos disminuir la longitud del turno técnico.

- Cortas intermedias como limpias, liberación y mejoras, se caracterizan por la extracción de fustes dominantes indeseables que obstaculizan el desarrollo de individuos mejores. Los aclareos suelen favorecer a los árboles dominantes cortando árboles menores.

- En teoría, los aclareos se inician hasta que se han eliminado los árboles dominantes claramente indeseables que podrían hallarse presentes al aplicar limpias, liberación y mejora.

- En la práctica, la primera intervención de una masa inmadura puede comprender varias clases de cortas intermedias que se realicen simultáneamente.

- Los aclareos no se realizan con el fin de obtener regeneración. El objetivo fundamental es regular la

distribución del espacio de crecimiento para favorecer el cultivo existente y no crear huecos para el establecimiento de uno nuevo.

- Los principios generales de los aclareos fueron formulados para su aplicación en poblaciones coetáneas, pero también pueden aplicarse a grupos coetáneos que constituyan los componentes inmaduros de masas irregulares.

- Permiten un rápido retorno económico del capital invertido.

- Mediante los aclareos se lleva a cabo una selección fenotípica eugénica, lo que resulta ser de gran valor cuando se pretende regenerar naturalmente.

1.4. METODOS DE ACLAREO.

Los métodos de aclareo clásicos son cinco (DANIEL, 1982).

1) Aclareo por lo bajo.

En el caso del aclareo bajo, el objetivo fundamental es la liberación de los árboles dominantes y codominantes al eliminar las clases inferiores de copas, la intensidad de los aclareos bajos pueden ser desde ligera hasta intensa y la elección de ésta depende de los objetivos perseguidos y del grado de desarrollo del rodal. La base teórica del aclareo bajo es que las clases inferiores de copas consumen importantes cantidades de agua y nutrientes del suelo, de modo que son nocivos para el crecimiento de las clases superiores. Los aclareos bajos se pueden hacer a todo lo largo del turno y son lo que más se utilizan debido a que puede capacitarse con rapidez a un equipo de trabajadores para que ejecuten un cierto grado de corta uniforme en todo un rodal.

2) Aclareo por lo alto.

El objetivo del aclareo alto es liberar a los árboles útiles que están en posición dominantes y a los árboles codominantes cuyas características serían adecuadas, si el espaciamiento lo permitiese, mediante la eliminación de otras dominantes y codominantes que ejercen una fuerza competitiva. La base teórica del aclareo alto es que las clases inferiores de copas utilizan cantidades insignificantes de agua y nutrientes, de modo que la competencia real se establece entre los árboles dominantes y codominantes por la utilización de los recursos, la luz y el espacio. Este aclareo puede producir grandes ganancias económicas en forma más inmediata que el aclareo bajo, debido a que los árboles talados son de mucho mayor tamaño, pero el daño potencial ocasionado al rodal residual por la caída de los grandes árboles dominantes puede ser mucho mayor.

El aclareo alto produce los tiempos de rotación más cortos en cuanto al diámetro de los árboles, o los árboles de mayor tamaño si la duración del turno es fijo.

3) Aclareo de selección.

El aclareo de selección elimina todos los árboles que pertenecen a la clase dominante de copas, de modo que se liberan los árboles que pertenecen a las clases codominantes e intermedias, las que se convertirán en los futuros árboles comerciales.

4) Aclareo mecánico.

Este aclareo elimina a los árboles sin tomar en cuenta la clase de la copa, la calidad o el carácter general de éstos. Existen tres formas básicas de este tipo de aclareo.

1.- Se utilizan guías de espaciamiento, de modo que todos los árboles que se encuentran dentro del radio determinado, alrededor de un árbol seleccionado, son eliminados.

2.- El aclareo por surco se emplea en aquellas plantaciones en las que cada segundo a séptimo surco se eliminan. Un aclareo del tipo séptimo surco puede utilizarse para permitir el acceso de la maquinaria pesada, con la que puede aclarearse luego entre las rutas de circulación.

3.- En rodales de arbolitos o plántulas, cuya densidad es excesiva, se eliminan mediante bulldozers ciertas partes del mismo trazadas a modo de un tablero de ajedrez; luego se aclarean a mano los pequeños grupos de arbolitos restantes.

5) Aclareo libre.

Como su nombre lo indica, los árboles se talan sin apegarse a ninguno de los métodos mencionados. Los árboles individuales se eliminan de acuerdo con la opinión del técnico en cuanto a qué es mejor para el desarrollo del rodal. Los criterios utilizados para selección de árboles, tanto de los que se talarán como de aquellos destinados a la producción comercial, incluye la clase de la copa, el vigor, el espaciamiento, la forma y las características de la ramificación.

1.5. EFECTOS DE LOS ACLAREDS EN LA PLANTACION.

Los efectos de un aclareo sobre las variables de un rodal son muy semejantes a los que produce una variación en el espaciamiento de plantación, ya que en ambos casos se está afectando la disponibilidad de espacio de crecimiento de cada uno de los árboles (PRADO, D., 1989).

1.5.1. Diámetro.

El diámetro medio del rodal esta relacionado con la intensidad, inicio y periodicidad de los aclareos.

Un aclareo más intenso produce un mayor desarrollo diamétrico; un aclareo temprano produce una mejor respuesta en diámetro y una disminución en los intervalos entre aclareos.

La magnitud de la respuesta dependerá de las condiciones del sitio (SCHONAU y COETZEE, 1988), encontraron una relación directa entre la precipitación y la respuesta al aclareo. Al año siguiente de una temporada lluviosa favorable, el incremento en diámetro fue superior. El mismo estudio señala que la respuesta de incremento en diámetro para varios esquemas de aclareo, en general son bajas. Esta conclusión corresponde a un ensayo realizado con E. grandis.

1.5.2. Altura.

La altura media de un rodal también se ve significativamente afectada por los tres factores: intensidad, inicio y periodicidad de los aclareos.

El sólo hecho de aclarear, procedimiento en el cual normalmente se extraen los árboles de menor altura, ya produce un aumento considerable en la altura media del rodal, pero además de esto se produce una mejor respuesta cuando el aclareo es temprano y más intenso. En el caso de la altura, las diferencias producidas por la intensidad y oportunidad de los aclareos, son inferiores a las que ocurren con el diámetro (SCHONAU y COETZEE, 1988).

1.5.3. Volumen.

El volumen total producido por el rodal se ve afectado por los aclareos. La intensidad de las intervenciones y su periodicidad, son los factores que más inciden en el volumen total. Aclareos fuertes y distanciados en el tiempo, conducen a la obtención de un menor volumen total y aumentan la susceptibilidad del rodal al daño por viento u otros agentes (SCHONAU y COETZEE, 1988).

1.6. INTENSIDAD DEL ACLAREO.

El aclareo, como una técnica del control de la densidad de la masa, requiere de un programa que indique la densidad óptima a que deba trabajar la población en cada uno de sus estados de desarrollo.

Para ello, es necesario que se determine alguna unidad que sirva como índice para valorar la intensidad de la práctica silvícola. CRUZ (1978) menciona los siguientes índices:

1.6.1. El número de árboles por hectárea.

Hay dos caminos para estimar el número de árboles: el primero es el conteo del número de árboles dentro de un sitio de superficie convenido y el segundo, es medir la densidad media entre dos árboles.

1.6.2. Amplitud de los anillos de crecimiento anual.

Se basa en que el grosor de los anillos de crecimiento anual fuera constante durante toda la vida del árbol.

Para conciliar la alta calidad con los costos de producción, puede ser un objetivo el lograr de 6-7 anillos de crecimiento en 2.5 cm. de grosor. Este se puede aplicar a masas arboladas de la familia Pinaceae.

1.6.3. Por volumen.

Uno de los principales inconvenientes del control del aclareo por número de árboles, es que los diferentes tipos de aclareo pueden remover ya sea árboles pequeños o árboles grandes, lo cual hace más preciso el control por volumen.

1.6.4. Por área basal.

Cuando la producción de volumen quiere ser mantenida al nivel más alto, el área basal deberá conservarse dentro de los límites en que el crecimiento óptimo es independiente de la densidad de la masa. En la figura 1 se representa la densidad tipo III, donde teóricamente se producirá el mayor crecimiento en diámetro sin sacrificar la producción en volumen, si las masas son reducidas a la espesura más baja posible de la densidad.

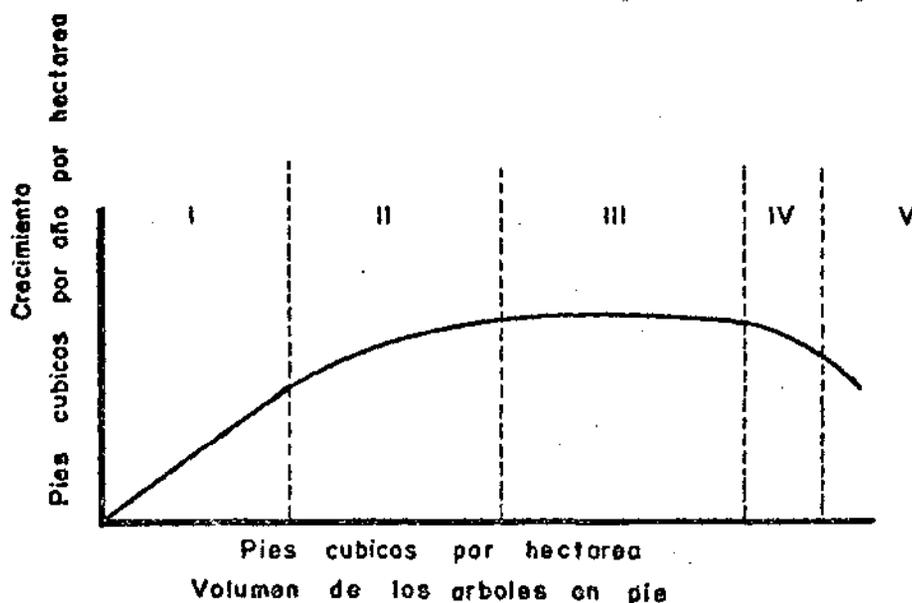


FIGURA 2. AREA BASAL PARA MAYOR RENDIMIENTO.

1.6.5. Método de ASSMAN.

Otros métodos modernos son los del área basal relativos de Assman, que consiste en definir el área basal máxima por cortar. Combina el número de árboles por hectárea, por diámetro medio de la población y calidad de estación.

1.6.6. El factor de espaciamento de HART BECKING.

Para obtener el grado de aclareo, se consideran los cien árboles más grandes por hectárea de la población y el espaciamento medio entre los individuos (CRUZ, 1978).

En plantaciones de eucalipto, en Chile para establecer la intensidad de un aclareo, se ha impuesto el sistema "número de árboles por hectárea" (PRADO, D., 1989).

1.7. FINALIDAD Y SIGNIFICADO DE LAS PLANTACIONES.

Es importante saber que México cuenta con 3'195,645 (miles de m³ rollo) de existencias maderables de las áreas arboladas, entre bosques de clima templado, frío y selvas de clima cálido, húmedo. Sin embargo, si estos bosques no se manejan de forma adecuada, se degradarán en calidad y cantidad como ya ha sucedido en otros países.

Puede tomarse como ejemplo los bosques naturales de pino que han sido objeto de una tala de tipo selectiva, casi sin tomarse en cuenta la regeneración (McGAUGHEY y GREGERSEN, 1983).

Los bosques en general, también se ven afectados por un sobrepastoreo del ganado, incendios, una población humana cada vez más grande, la cual obtiene beneficios directos e indirectos del recurso forestal. Por lo que es necesario buscar nuevas opciones e implementar otros sistemas de manejo que garanticen la regeneración natural, donde sea posible, ya que resulta más económica para renovar o enriquecer el recurso. Y otra opción es la transformación en plantaciones de rápido crecimiento y por el elevado costo de éstas, tienen que llevarse a cabo en proyectos bien determinados para satisfacer las demandas que estos requieran.

Dichas plantaciones pueden asentarse en tierras adecuadas y económicamente accesibles, en suelos pobres para la agricultura, y las plantaciones pueden llevar diferentes objetivos, como son:

1.- Industriales: Comerciales, artesanales, energéticos, alimenticias, propagación, ornamentales, agropecuarios, vivienda rural.

2.- Protectoras: Cuencas hidrológicas, vasos de almacenamiento para energía eléctrica, centros de población, vías públicas, recuperación de áreas erosionadas, nacimientos acuíferos, azolves y tolvaneras, fijación, cortina rompevientos.

3.- Escénicas: Recreativas y sociales, turismo, ornamentales, parques nacionales, áreas silvestres.

4.- Investigación: Experimentales y demostrativas; arboretos, estudios de progenie, estudios de heredabilidad, jardín botánico, estudios de eliminación de especies, estudios de procedencia, reservorios de acervo genético, bancos clonales.

5.- Faunístico: Protección, refugio, melíferas, criaderos (JASSO y VILLARREAL, 1978).

Cualquier tipo de plantación puede englobar un objetivo principal y uno o varios a la par.

Es importante en toda plantación forestal tener en cuenta antes de llevarla a cabo, una etapa de difusión de objetivos, metas, beneficios económico-sociales, con la finalidad de crear el ambiente y aceptación social adecuados.

Como un ejemplo en lo que se refiere a plantaciones con un objetivo comercial, se puede mencionar lo siguiente: los bosques naturales de la región (América Latina) no son capaces de satisfacer económicamente la necesidad futura de madera industrial y otros usos; y la situación de la oferta futura dependerá decididamente de la cantidad de plantaciones que se establezcan. Aún cuando se amplien las zonas de suministro en los bosques naturales, resultará cada vez más económico establecer plantaciones cerca de los centros de consumo y de otros recursos, que transportar trozas o productos acabados a distancias que están aumentando; por otra parte, la mayoría de las plantaciones industriales han sido destinadas a la producción de pasta o combustible; en el futuro, las plantaciones tendrán que producir cada vez mayor cantidad de trozas para aserrar y para tableros contrachapados, como es el caso actual de Chile y en menor grado en Brasil, en donde plantaciones maduras están siendo aprovechadas (McGAUGHEY y GREGERSEN, 1983).

1.8. UTILIZACION DEL EUCALIPTO.

Además de las poblaciones naturales existentes en Australia y algunas islas cercanas, en el mundo existen más de seis millones de hectáreas plantadas con especies del género Eucalyptus. En Australia el uso de los eucaliptos para leña, postes y estructuras rurales, ha evolucionado hacia una utilización en construcciones de alta calidad, muebles, chapas, tableros; y hacia la producción de pulpa y papel. Estos nuevos usos han sido el resultado de un intenso programa de investigación y desarrollo.

En el resto del mundo, los eucaliptos han demostrado ser especies de rápido crecimiento y se han convertido en una gran fuente de energía y de materia prima para diversas industrias, especialmente de pulpa y papel. Por su velocidad de crecimiento, las plantaciones de eucaliptos generan un producto muy diferente al de los bosques naturales, requiriendo diferentes procesos de conversión y métodos de utilización. Sus características pueden ser, en cierta medida, modificadas por la silvicultura y mejoradas mediante la selección y manipulación genética. El aprovechamiento industrial de la madera de eucalipto especialmente de las especies de más baja densidad, se concentra en la producción de pastas y celulosa, para la manufactura de varios tipos de papel y otros productos. En menor proporción se la emplea en la producción de tableros, madera aserrada y chapas.

En muchos países, las plantaciones de eucalipto constituyen una importante fuente de energía, al ser su madera empleada directamente como combustible. También aportan una considerable proporción de madera para diferentes usos, en sectores tales como la agricultura, minería, pesca, obras civiles, construcción, etc.

En algunos casos, la utilización de las plantaciones de eucaliptos puede ser más integral, ya que es posible obtener valiosos productos a partir de sus hojas y corteza. Existe un buen número de especies con un alto contenido de aceites esenciales en sus hojas y otras con un apreciable contenido de taninos en sus cortezas. Muchas especies de eucaliptos se emplean con fines ornamentales, de protección, en la recuperación de suelos y en otros usos, entre los que se destaca la producción de miel (PRADO, D., 1989); así como el licor llamado "Eucalittino", que ha sido preparado y vendido durante más de 100 años (FAO, 1981).

Algunos países africanos ya hacen mucho uso de la madera de eucalipto, como se puede apreciar en la tabla siguiente (6).

TABLA 6. EMPLEO DE LA MADERA DE PLANTACION DE EUCALIPTOS EN AFRICA.

-
1. Madera estructural (pesada).
 2. Madera estructural (ligera).
 3. Pisos (pesados) - parquet, etc.
 4. Pisos (ligeros).
 5. Ademes para minas.
 6. Construcción naval.
 7. Fabricación de vehículos.
 8. Muebles y abanisteria.
 9. Mangos, escaleras.
 10. Artículos deportivos.
 11. Utensilios agrícolas.
 12. Chapas y contrachapados.
 13. Madera para pasta.
 14. Leña.
 15. Carbón vegetal.
 16. Cajas y embalajes.
 17. Terminación de interiores.
 18. Alma de tableros.
 19. Fósforos.
 20. Carpintería.
 21. Traviesas de ferrocarril.
 22. Tableros de fibras duras, tableros de partículas.
 23. Postes y pilotes.
 24. Tallado.
 25. Cubas.
 26. Separadores de batería.
 27. Juguetes y novedades.
 28. Tornería.
 29. Lana de madera.
 30. Tablas de drenaje.
 31. Envases para alimentos.
 32. Fabricación de modelos.
-

Fuente: Bolza y Keating, 1972.

1.9. MANEJO EN PLANTACIONES DE EUCALIPTO.

Por sus características, diversas especies del género Eucalyptus, permiten la obtención de una gran variedad de productos. Los objetivos de la plantación y una condición fisiológica de las especies, que es la capacidad de retoñación, determinarán el esquema de manejo (*) que puede aplicarse a la plantación. Estos esquemas variarán sustancialmente según sean los objetivos del forestador, la especie empleada y la calidad del sitio, la cual impone restricciones en cuanto a las especies a emplear y en consecuencia, determina las alternativas de producción.

En todo caso, las intervenciones silviculturales que pueden aplicarse como parte de un esquema de manejo, tienden a acelerar la dinámica natural del bosque.

1.10. CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DEL GENERO EUCALYPTUS.

Si bien, se dispone solamente de pocas tablas de producción para extensas superficies, se puede citar menos información detallada con respecto a una cantidad de especies de interés potencial. Se desconoce a menudo la definición exacta del incremento medio anual (IMA). En los casos en los que se siguen las definiciones recomendadas por la IUFRO, los volúmenes se refieren al volumen total del tronco con corteza, desde el suelo hasta el ápice, es decir, incluyendo la cepa y la punta; pero sin considerar las ramas y el IMA en metros cúbicos por hectárea por año se refiere al incremento del volumen total del rodal por hectárea a una determinada edad y si se han llevado a cabo aclareos, se aumenta el volumen y se divide entre dicha edad.

En las plantaciones el rendimiento es muy variable, ya que éste depende de la especie, clima, suelo, altitud y exposición de la pendiente, entre otros factores.

*) Como esquema de manejo se entiende al conjunto de tratamientos aplicados al rodal a lo largo de la rotación o turno.

Así, por ejemplo, en la zona costera, unidades Arauco y Concepción, varias especies del género presentan las mayores crecimientos registrados en Chile, ya que E. nitens, E. regnans y E. delegatensis, presentan incrementos medios anuales en volumen de más de 50 m³/ha., y para la primera de éstas se estimó un incremento de 77 m³/ha., en la estación experimental Antiquina, zona costa sur de Arauco (BARROS y ROJAS, 1989).

McGAUGHEY y GREGERSEN (1983), reportan que en Brasil, donde hay numerosas plantaciones del género Eucalyptus, de rápido crecimiento, puede esperarse de 30 a 35 m³/ha. e incluso más.

Ya en lo que respecta a la especie Tereticornis, en la India, que tiene la mayor superficie de plantaciones con esta especie, el promedio de IMA a los ocho años de las mejores plantaciones, en ocho estados diferentes, es de alrededor de 18 m³ y el promedio para las plantaciones más pobres en los mismos estados es de 4 m³ (FAO, 1981).

Sobre buenos sitios en el Congo, Argentina, Costa de Marfil y Uruguay, se espera obtener un IMA de 18-25 m³, pero sobre sitios más pobres decae a 12 m³ en el Congo y a 6 m³ en Uruguay. En Malawi la estirpe Zanzibar "C" tiene un IMA de 14 m³ a los 8-12 años. En la zona media de Guinea, en Nigeria, se espera un IMA de 15-20 m³ (FAO, 1981).

En Misiones, Argentina, plantado a una distancia de 2 x 2 m alcanza a los 16 años de edad, una altura de 25 m y un diámetro de 41 cm, con un desarrollo altamente satisfactorio. En Brasil el Dr. Navarro de Andrade reporta en plantaciones de 2 x 2 m de espaciamiento con un rendimiento de 55 m³/ha. (MANGIERE y DIMITRI, 1958).

La sensibilidad de la especie a la calidad de sitio y al tratamiento cultural, puede juzgarse por el hecho de que aún dentro del solo Estado Indué de Tamil Nadu, la variación del incremento medio anual (con corteza a los 8 años), es de 2.3 m³/ha./año (FAO, 1981).

1.10.1. Rendimiento en el estado de Michoacán.

Los únicos datos de rendimientos para esta especie (Tereticornis), son los publicados por MAS, et.al. (1985) en los cuales señala un incremento corriente anual de 8.3 m³/ha./año.

1.11. PRINCIPIOS GENERALES DEL MANEJO DEL RODAL.

El desarrollo de un rodal está 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 éstos 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, la tabla 7, muestra los fundamentos básicos para el manejo del rodal y las medidas adecuadas para su aplicación (GALLEGOS, R., 1988).

TABLA 7. FUNDAMENTOS BASICOS PARA EL MANEJO DEL RODAL SEGUN THOMASIIUS (1978).

FUNDAMENTOS	MEDIDAS PARA LA REALIZACION
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 correspondientes a la meta para lograr determinado 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.

1.12. 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 Pinos sylvestris L., han sido dañadas por estos 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 (GALLEGOS, 1988).

Según Thomasius, et.al. (1986) después de haber realizado un estudio en los bosques de Alemania, encontraron tres tipos de estabilidad diferente, los cuales son:

- 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, mismo que se evalúa dependiendo de los factores bióticos que influyen en el desarrollo de los árboles, así como los parámetros de la edad, cobertura, forma del dosel y la densidad del rodal.

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

El rodal debe tener el doble propósito de: ser productivo y estable, lo cual tiene un grado de dificultad alto. MARSCH (1987), indica que el grado de aclareo en un rodal influye directamente sobre la estabilidad y la productividad de éste; esto nos 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, han revelado 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. En México aún no se conoce bien el comportamiento de la estabilidad del rodal, ya que el manejo silvícola en algunos bosques del país no se aplica debidamente (GALLEGOS, 1988).

1.13. 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, la distribución horizontal se manifiesta con el área de crecimiento de cada individuo y la vertical se refleja con la altura (GALLEGOS, 1988).

SAMEK (1967), menciona el término estructura espacial del rodal y la divide en estructura horizontal y estructura vertical, dice que la estructura horizontal se puede relacionar (hasta cierto punto) también las nociones de espesura y densidad. La espesura es una noción dasométrica, que indica la relación del rodal concreto con un rodal "ideal" (normal o modelo), representado por tablas dasométricas, (por ejemplo, tablas de rendimiento, etc.). La medida de la espesura puede referirse a los volúmenes, al área basal, entre otras: a la estructura la puede sustituir otra noción, a saber: la densidad, la que indica qué parte de la superficie está cubierta por las copas de los árboles en proyección horizontal.

Las características o parámetros que se engloban en el término estructura, pueden ser todas las variables concebibles, pero a mayor cuantía de conceptos incluidos, resulta impráctica para fines silviculturales. La estructura de una masa se puede visualizar desde el punto de vista aéreo (estructura horizontal) o desde el punto de vista perpendicular al suelo (estructura vertical). Estos puntos de vista se asemejan a la forma de cortar un pastel cuando se produce un perfil horizontal se visualizan mejor algunas variables que al producir un perfil vertical. Tanto en uno como en otro perfil, se pueden considerar como variables importantes que definen la estructura de la masa, las siguientes características, según CANO (1988).

- Densidad de la masa.
 - * Número de árboles/unidad de superficie.
 - * El área basimétrica.
 - * El volumen en m³, o cualquier otra medida.

- Número de pisos existente.
 - * División arbitraria de los árboles.
 - * Clasificación de los árboles.

- La regeneración y el renuevo.

- Distribución de frecuencia de arbolado en relación a:
 - * Diámetro.
 - * Altura.
 - * Edad.

Estas variables mencionadas son algunas de las más utilizadas para determinar las estructuras de las masas arboladas.

1.14. CLASIFICACIÓN DE LOS RODALES.

Si bien los rodales constituyen la unidad de ordenación, el silvicultor deberá prescribir, por lo general, tratamientos sobre la base de las características individuales de los árboles. Por lo que las clasificaciones de los árboles resultan necesarias si los silvicultores quieren comunicar sus ideas y sus instrucciones a nivel de árboles individualmente determinados.

Debido a lo anterior, existen varias clasificaciones de árboles, tanto para masas o rodales de edad uniforme, como para rodales de edad no uniforme, y entre las clasificaciones más conocidas para ambos tipos de rodales están las siguientes: Kraft, Taylor, Dunning, Keen, Salman y Bonberg, y Westveld, entre otras.

1.15. COMPOSICION Y DESARROLLO DE LAS POBLACIONES.

Para la aplicación de los aclareos es necesario tener conocimiento de la composición y desarrollo de las poblaciones, y un camino es la clasificación silvícola, la cual es la siguiente: Dominante (D), Codominante (CD), Intermedio o Subdominante (I), y Suprimido o Dominado (O) (CRUZ, 1978). Lo anterior se puede ver representado en las figuras siguientes:

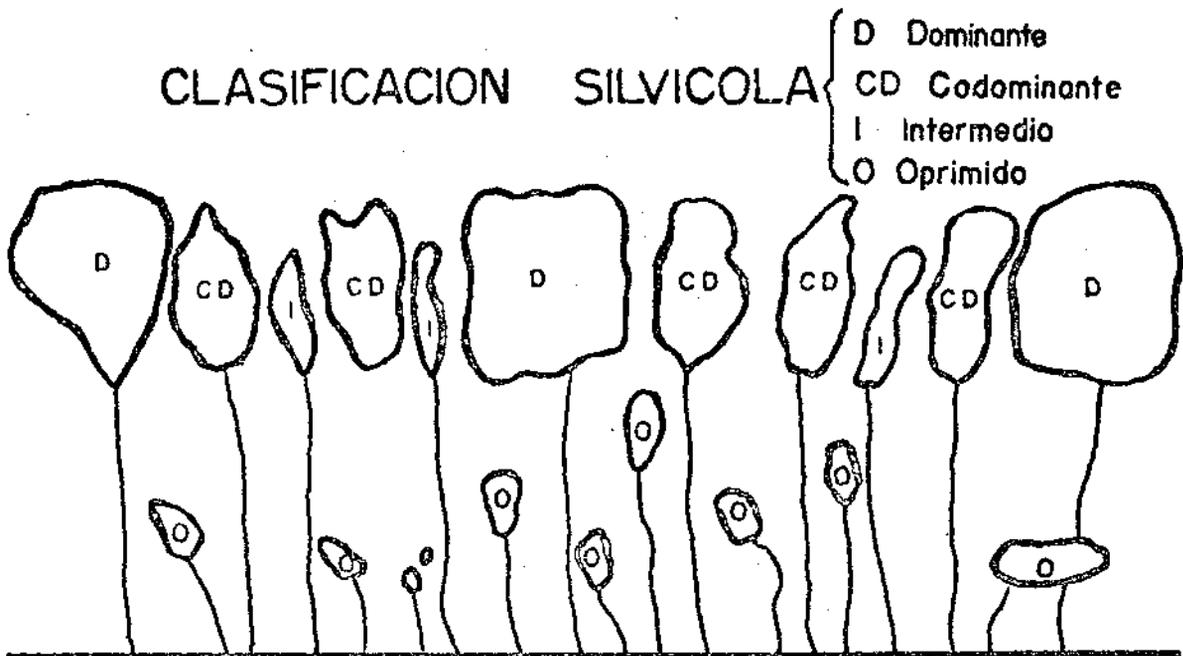
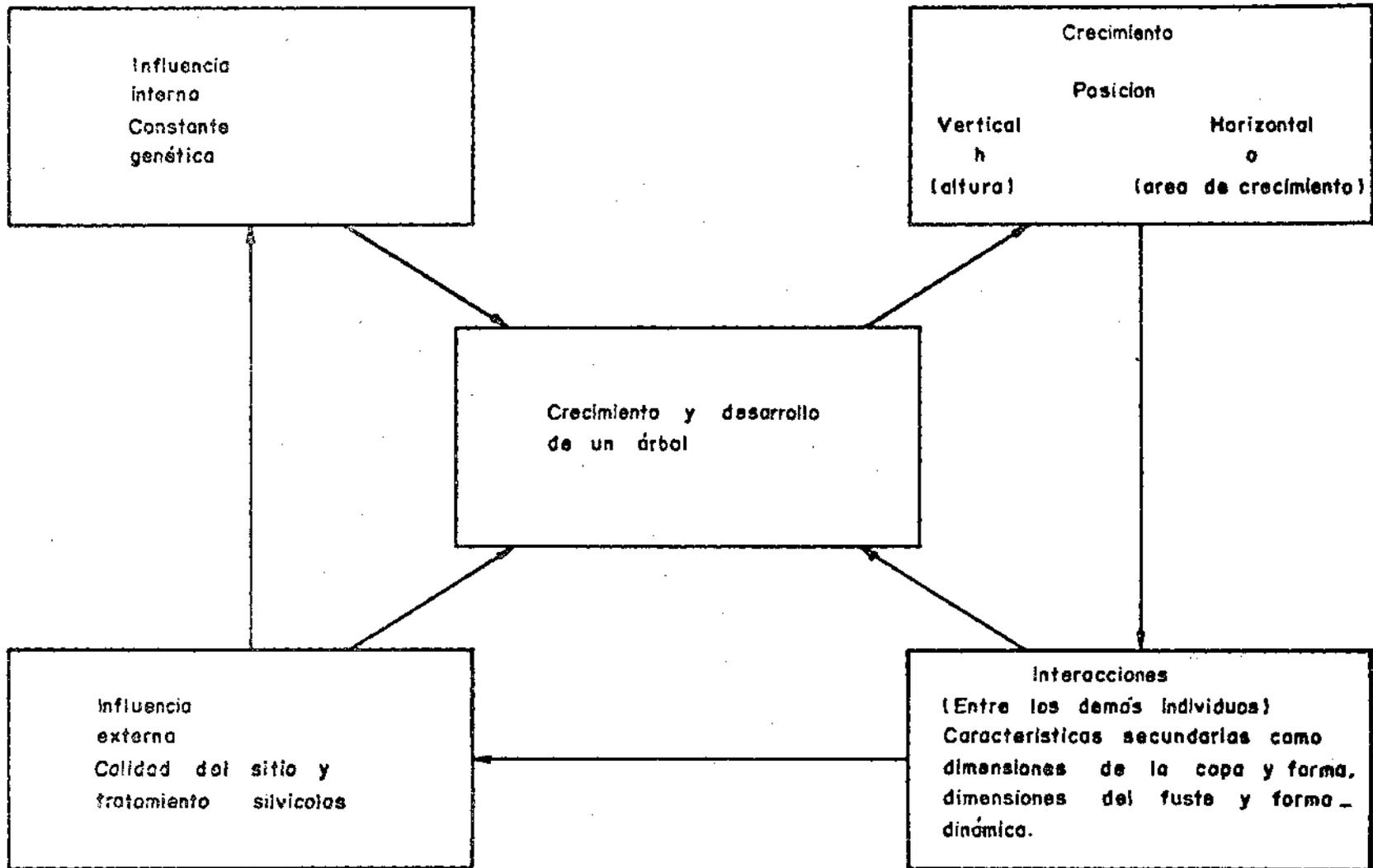


FIGURA 3.

Figura (4)

Representación de la formación de clases y desarrollo de los árboles según THOMASIU (1987).



1.16. DESARROLLO SILVICOLA DE LAS POBLACIONES.

Otra clasificación que es importante para el manejo forestal es la determinación de los estados de desarrollo silvícola de las poblaciones, para la cual se toma generalmente la edad y en ocasiones se hace una correlación entre el diámetro, la altura y el número de árboles. Y dichos estados de desarrollo son: brinzal, monte bravo, bardazcal, bajo latizal, alto latizal, joven fustal, medio fustal y viejo fustal.

1.17. LA DENSIDAD DE LOS RODALES.

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 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 la 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 a los tratamientos silvícolas, los individuos pueden alcanzar un buen desarrollo y una buena calidad de la madera, cuando se hace hincapié a la importancia de todos los factores que determinan la dinámica de los árboles (GALLEGOS, 1988).

La densidad es la cantidad de alguna variable de la masa por unidad de superficie y es un elemento importante en la producción y en la productividad de las masas. La densidad es un indicador del grado de utilización del terreno por las especies forestales y no debe confundirse con la calidad de estación que es el potencial productivo del terreno. Y para el silvicultor esta es la variable de la masa que está a su disponibilidad, para ser manipulada y que más fácil y rápidamente afecta el desarrollo de la misma (CAND, 1988).

Por lo anterior, el forestal tiene que estar al pendiente de la densidad actual de los rodales que maneja y la densidad que éstos deben tener.

1.18. CALIDAD DEL SITIO.

El crecimiento de un árbol está influenciado por las características genéticas de las especies que están interactuando entre sí en el medio ambiente en que el árbol se desarrolla. Y esta influencia del medio ambiente se manifiesta a través de los factores climáticos, como son: la temperatura, precipitación pluvial y vientos, por una parte; y por otra, tenemos las características físicas y químicas del suelo, su profundidad, humedad y los microorganismos que existen en el mismo; así como las características topográficas; pendiente, exposición, altura sobre el nivel del mar y la competencia de otros árboles; algún otro tipo de vegetación y animales de cualquier especie.

Todos estos factores que interactúan con el medio ambiente nos dan la calidad del sitio.

La productividad de los terrenos forestales se define, en gran parte, por la calidad del sitio, que se estima mediante la máxima cosecha de madera que el bosque produzca en un tiempo determinado. Dentro de un microclima la calidad del sitio determina el tipo y magnitud de los problemas y las oportunidades que se le presentan al silvicultor para el manejo de un rodal. La calidad del terreno es una cuestión esencial en el manejo de los rodales, encaminada a la producción de varias combinaciones de productos forestales: madera, agua, forrajes, recreación y caza. Y no es posible tomar decisiones válidas de tipo silvícola, si no se hace referencia a la calidad del sitio y a otras condiciones del mismo (DANIEL, 1982).

En México la calidad del sitio para las coníferas se determina, en la mayoría de los casos, utilizando el índice de sitio, que se expresa en términos de la altura media alcanzada para los árboles dominantes, a una edad base de referencia. Así, la clave 24-27-50, representa un potencial de la masa para lograr una altura media entre los 24 y 27 metros, a la edad de 50 años (CAND, 1988). Y un ejemplo de esto, sólo que en latifoliadas es el que presenta MARTINEZ (1981), que estableció índices de sitios en las plantaciones de Eucalyptus globulus de las empresas Forestal Arauco Ltda. y Sociedad Agrícola y Forestal Cultural Ltda., estos índices relacionan la altura media (m) de los árboles dominantes y codominantes de bosques de monte alto, con la edad. Para trazar la familia de curvas definió una edad clave de 20 años y una diferencia de 6 m. de altura a esta edad para diferenciar sitios distintos. Estas curvas de índice de sitio son equidistantes y las situó al medio de la clase de sitio, siendo sus alturas a la edad clave antes mencionada de 36, 30 y 24 m. para las clases de sitio I, II y III, respectivamente.

1.19. MOMENTO EN QUE SE APLICA EL PRIMER ACLAREO.

El momento en que se debe aplicar el primer aclareo está determinado por varios aspectos, como son: el número de árboles al inicio de la plantación, la situación del manejo de los rodales y la posible demanda del mercado.

Desde el punto de vista biológico, los rodales se deben aclarear antes de que surjan serias situaciones de competencia entre los árboles, si se quiere que los rendimientos comerciales se incrementen.

El momento en que se hace el primer aclareo determina si el rodal responderá bien o mal ante un cierto grado de reducción de la población. El aclareo temprano puede ser preferible cuando los niveles iniciales son relativamente altos, con el propósito de evitar la competencia y los riesgos de estancamiento del desarrollo; sin embargo, el aclareo bajo pospone el momento de realizar el primer tratamiento. Cuando la calidad del sitio es alta, se requiere de un aclareo más temprano, cuando la densidad inicial es constante, debido a que la competencia empieza antes. Factores tales como la tolerancia de las especies, el ensanchamiento de las copas y el producto final deseado, influyen sobre el momento de aplicar el primer aclareo (DANIEL, 1982).

1.20. SECUENCIA DE LOS ACLAREOS.

Todo silvicultor se somete a una dura prueba cuando tiene que planear una estrategia de aclareos que sea adecuada para el desarrollo del rodal, a la vez que se ajusta a las restricciones técnicas y económicas de la manipulación del bosque. En la planificación de una serie de aclareos, el momento de la aplicación de cada uno y su naturaleza están fuertemente determinados por la naturaleza de los aclareos previos y posteriores (DANIEL, 1982). Este autor también menciona que los aclareos no producen mayores beneficios por el hecho de seguir utilizando el mismo método en cada aclareo subsiguiente; de hecho, muchas veces ocurre lo contrario.

La Comisión Forestal (1951), sugiere que la repetición de aclareo se haga después de que los árboles hayan crecido tres metros de altura. HUMEL (1954) sugiere hacer el aclareo siguiente después de que los árboles aumenten su altura en 2.1 m.

En términos generales, los periodos de intervención son menores en plantaciones que en masas naturales, en las especies de copas amplias que en las de copas estrechas, en las de especies intolerantes que en la de especies tolerantes, en donde la intervención es ligera que en donde es fuerte; en sitios buenos que en sitios pobres (CRUZ, G., 1978).

2. MATERIALES Y METODOS

Esta investigación se llevo a cabo en parcelas experimentales de Eucalyptus tereticornis.

2.1. DESCRIPCION DEL AREA DE TRABAJO.

Las parcelas experimentales se encuentran en la parte Oeste del Instituto de Madera, Celulosa y Papel (IMCyP) de la Universidad de Guadalajara, que está ubicado en el predio Las Agujas, Mpio. de Zapopan, Jalisco; localizado a los 20° 43' latitud Norte y a los 103° 23' longitud Oeste del meridiano de Greenwich, con una altura sobre el nivel del mar de 1,593 m. (Figura 5).

CLIMATOLOGIA.

De acuerdo con la clasificación de Torntwaite el clima de la zona se define como: B' (ip= B'2)a'), subhúmedo con invierno y primavera secos; semicálido, sin variaciones notables de temperatura a través del año, con una temperatura media anual de 23°C. La precipitación pluvial está sobre 900 mm. al año. Normalmente se presentan tres granizadas al año. Las lluvias con carácter tempestuoso se presentan en promedio de 13 al año.

GEOLOGIA

Todos los terrenos que constituyen el valle, son de origen volcánico y se derivan de emisiones de cenizas y lapilli del volcán conocido "Cerro del Colli". Por lo general, son terrenos sensiblemente planos, con ligera pendiente hacia el Norte. Las rocas más comunes son tobas de grano grueso y de caracter pomoso, conocidas como jal.

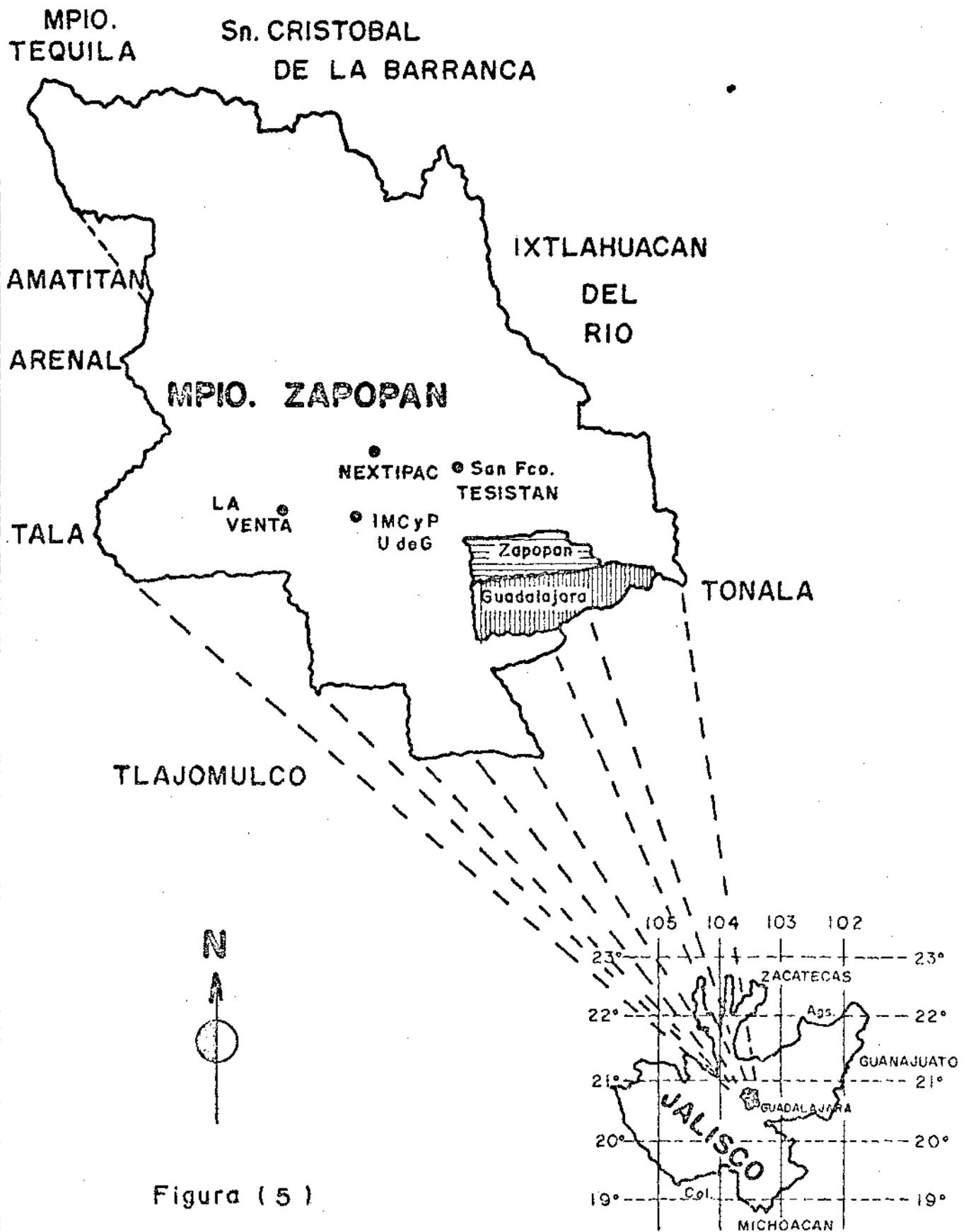


Figura (5)

LOCALIZACION GEOGRAFICA DEL MUNICIPIO DE ZAPOPAN, JAL. Y DEL I.M.C.y P.

FLORA.

El tipo de vegetación predominante en el área corresponde a la clasificación de pino y encino. En áreas de mayor disturbio se encuentran elementos de matorral subtropical.

Como ya se mencionó, la vegetación se establece en un sustrato geológico de naturaleza ignea formada por pómx y arenas derivadas de riolita. Suelos degradados por la influencia humana, someros en las laderas y profundos en los valles con buen drenaje. Sin embargo, desde hace varios años, en algunas zonas del valle, se viene realizando agricultura de temporal, se cultiva maiz (Zea mais) y caña de azúcar (Sacharum officinalis) principalmente.

TIPO DE SUELO.

Sobre estos suelos han actuado diversos factores en forma homogénea, así como el origen común de éstos ha procluido que sus características sean extraordinariamente semejantes en cuanto a textura, arreglo de horizontes, características químicas y grado de intemperización. (Tabla B).

TABLA 8. PERFIL REPRESENTATIVO DEL SUELO.

HORIZONTE	CARACTERISTICAS
A1	Se encuentra de 0 a 24 cm. de profundidad, color cafe claro, textura gruesa, sin estructura, suelto, muy poroso, con drenaje eficiente.
A2	Se encuentra de 24 a 45 cm. de profundidad, color cafe claro, textura gruesa, sin estructura, suelto, muy poroso, con drenaje eficiente.
B	Se encuentra de 45 a 67 cm. de profundidad su color varia de cafe claro a cafe oscuro, textura gruesa, estructura ligeramente desarrollada, suelto, poroso, con drenaje eficiente.
C	A más de 67 cm. de profundidad, se encuentra el material de partida, es jal, de color cafe y gris, permeable, con drenaje eficiente.

Por lo general, la profundidad de estos suelos es poco menor de 100 cm., color cafe claro, textura gruesa, desde arenas a franco arenosos, perfiles con dos o tres horizontes desarrollados sobre la toba de base suelta pero de grano grueso, con poco desarrollo de estructura, ligeras variaciones en color y capacidad. La topografía es sensiblemente plano. Los ataques por erosión son considerables cuando en los meses de marzo y abril el viento ataca superficies preparadas para la siembra.

- Características físicas y químicas de los suelos del área.

Los análisis de suelo se efectuaron en el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Agricultura, con los métodos de rutina para estas determinaciones, los resultados se representan a continuación en la tabla 9.

TABLA 9. CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS DE LOS SUELOS.

DETERMINACION	SITIO
TEXTURA (Franco arenoso)	
Arena	62.2
Limo	15.8
Arcilla	22.0
Agua equivalente	14.5 %
Materia orgánica	1.03 %
pH	4.4
NUTRIENTES	
Calcio	Bajo
Potasio	Extra rico
Magnesio	Bajo
Manganeso, Fósforo, N-nitratos	Medio
N-amoniaco	Medio

De acuerdo con estos datos y la revisión de literatura (FLORES, 1986) debemos notar que son suelos con un nivel adecuado de nutrientes minerales y altamente productivos cuando disponen de humedad y buen manejo del mismo.

El sitio de muestreo quedó al Oeste del IMCyP por el camino que va al pueblo de Nextipac, a 1,500 m. y hacia el Sur 200 m.

2.2. DESCRIPCION DEL GENERO EUCALYPTUS.

EUCALYPTUS: Del griego eu, bien y calypteim, cubrir; aludiendo a la manera como subre el opérculo a los estambres y pistilos, antes de la antesis. Según BLAKELY (1955), comprende este género alrededor de 522 especies y 150 variedades originarias, en su mayoría del continente Australiano y Malasia. (MANGIERI, DIMITRI, 1958).

El género Eucalyptus corresponde botánicamente a la clase Angiospermas, subclase Dicotiledóneas y familia Mirtaceas; existen en el género más de 500 especies, originarias de Australia y algunas islas cercanas.

Se trata de especies que prosperan bajo una diversidad de condiciones ambientales, desde el Norte de Australia, con climas tropicales y subtropicales, con lluvias de carácter estival, hasta la parte Sur y la Isla de Tasmania, con climas templados, frios y precipitaciones invernales. Altitudinalmente se distribuyen entre el nivel del mar y unos 2,000 m. sobre éste.

Debido a la amplia distribución natural del género y al elevado número de especies que lo componen, es posible encontrar gran variedad de formas y tamaños entre ellas. Como ejemplo se puede mencionar que Eucalyptus regnans (Mountain Ash), en Victoria y Tasmania, puede alcanzar alturas de más de 100 m., constituyéndose en la especie más alta de Australia y la latifoliada más alta del mundo. Otras especies que alcanzan gran desarrollo son: E. viminalis (Manna Gum) y E. delegatensis (Alpine Ash), todas originarias del Sudeste Australiano y Tasmania; entre las especies del Oeste encontramos E. diversicolor (Karri) alcanzando las mayores dimensiones; en la zona subtropical de lluvias de verano encontramos a E. saligna y E. grandis.

Todas estas especies normalmente superan los 45 m. de altura y pueden alcanzar circunferencias de más de 6 m., a la altura del pecho. Un considerable número de especies de gran valor no alcanza tales dimensiones, presentando alturas hasta de 35 m.

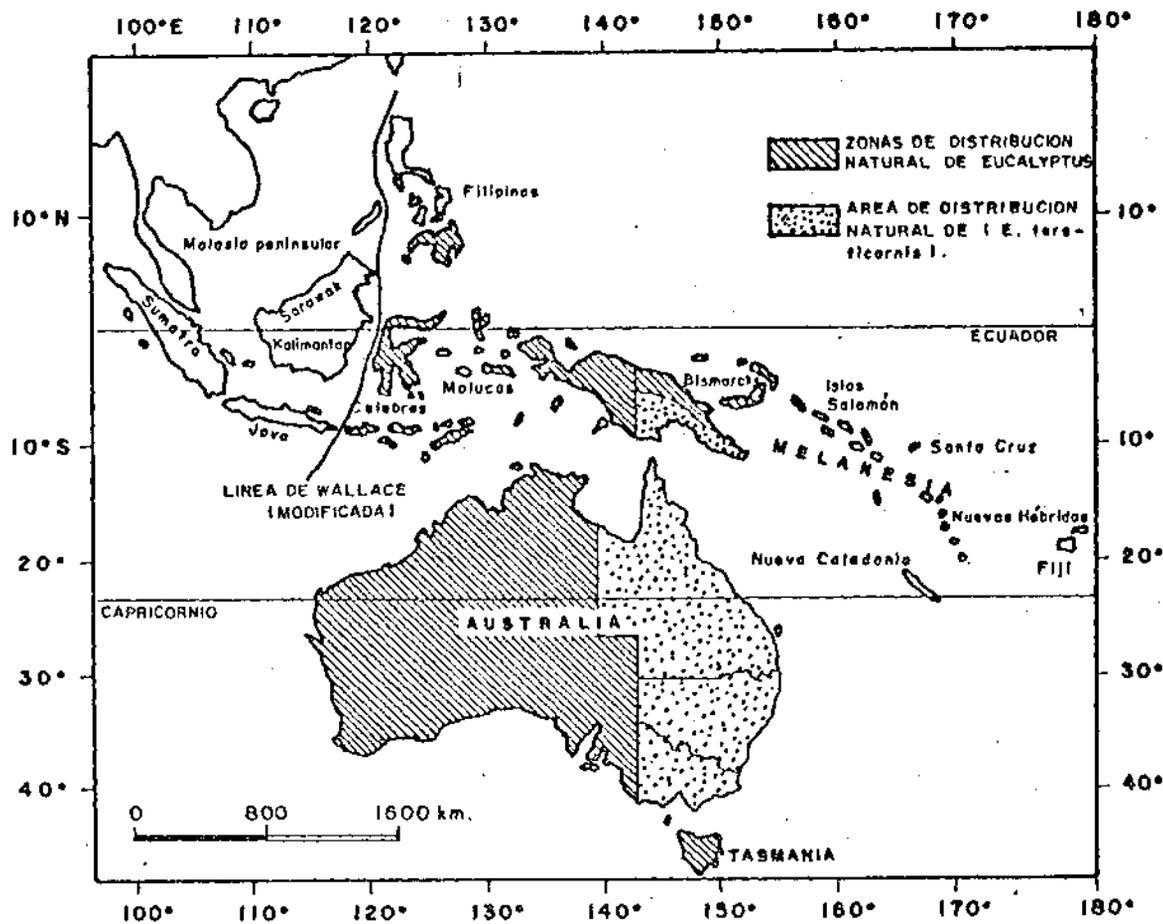
Otro gran grupo está formado por las especies denominadas "mallees", que son árboles con varios fustes desde la base, que alcanzan alturas de 6-8 m., por ejemplo el E. polybractea.

Finalmente, un grupo reducido de eucaliptos tienen características arbustivas como el E. vernicosa, que solo alcanza de 0.4 a 1 m. de altura. (BARROS, 1981)

2.3. DESCRIPCION DE Eucalyptus tereticornis.

Nombre vulgar en Australia: "Forest red gum"

Su distribución geográfica abarca desde el Sur de Victoria, cruzando Nueva Gales del Sur y Queensland hasta los bosques de Sabana de la Costa de Papua, en Papua Nueva Guinea. En latitudes que van de los 6 a los 38° Sur. (Figura 6)



Se presenta en altitudes que van desde el nivel del mar hasta 1,000 m. sobre éste en Australia; y hasta los 800 m.s.n.m. en Papua, Nueva Guinea.

Las precipitaciones en su hábitat natural son lluvias de verano a lluvias invernales, con 500 a 1,500 mm., la estación seca varía mucho hasta 7 meses y puede ser rigurosa en algunos lugares.

Temperatura media máxima del mes más cálido es de 22 a 32°C., la media mínima del mes más frío va de los 2 a los 12°C., y las heladas se pueden presentar de 0 a 15 en su distribución natural.

Altura del árbol en Australia: hasta 45 m. o más; tronco derecho y copa bastante densa. Su corteza es de tipo "reed gum", liso, pero a veces con una acumulación de viejos restos en la base. Hojas juveniles, primero opuestas, luego alternas, pecioladas, elípticas y lanceoladas anchas. Hojas adultas: alternas, pecioladas, lanceoladas estrechas, a menudo curvas. Su madera es roja, dura, pesada; de textura uniforme y grano entrelazado; fuerte y durable.

Semillas viables por g. 539.

Usos: ampliamente usada en la construcción y como madera de minas en Australia; apta para postes de todos tamaños. (FAO, 1981).

2.4. METODOLOGIA DEL TRABAJO.

Con la finalidad de establecer una densidad residual óptima a dejar en cada parcela después del aclareo, se llevó a cabo un ajuste de curvas a las distribuciones de sus clases diámetricas, altura, y de área de incremento individual, mediante una distribución de Weibull. Con el apoyo de los parámetros área basal y volumen por hectárea, que fueron obtenidos a partir de datos de campo y cálculo de gabinete, se asigna un índice de densidad residual a cada parcela. Al tener identificados los árboles en un croquis fue posible llevar a la práctica los aclareos.

El trabajo se llevó a cabo en dos etapas, de Campo y Gabinete.

2.4.1. Trabajo de campo en las parcelas experimentales.

Información silvícola general de las parcelas.

Se tomaron datos de todos los árboles, ya que al ser pocos individuos se consideró que así se obtendría una mejor

representación del aspecto silvícola de las parcelas, (ver apéndice 1) para lo que se toma la secuela de trabajo siguiente:

- Se marco un número a cada árbol para su fácil identificación en el croquis.
- Se hizo un croquis de cada parcela.
- Medición del diámetro normal a la altura del pecho (DAP).
- Medición de altura total.

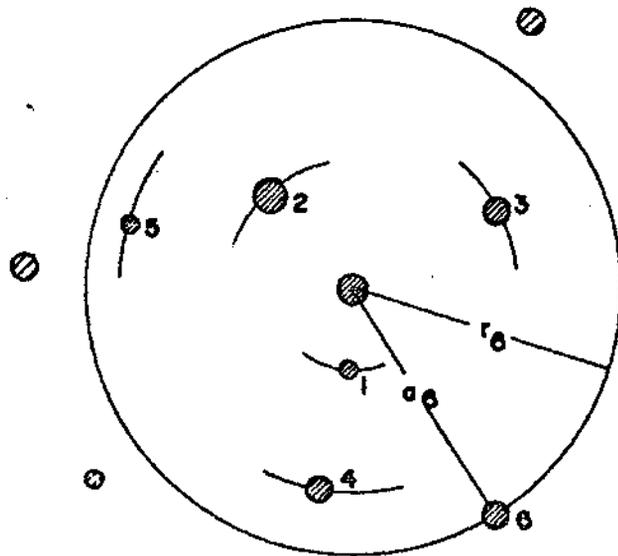
Áreas de muestreo.

Para determinar el área de incremento individual de cada árbol en las dos parcelas se llevaron a cabo 236 muestreos aleatorios al sexto árbol. Tabla 10.

TABLA 10. MUESTREOS ALEATORIOS AL SEXTO ÁRBOL.

PARCELA	ANTES DEL ACLAREO	DESPUES DE SIMULAR UN ACLAREO
1	114	51
2	45	26
T o t a l :	159	77

Estos muestreos se hicieron de acuerdo al método llamado "Muestreo Aleatorio al Sexto Árbol" que fue propuesto por Prodan en 1968, como un nuevo método racional para el muestreo aleatorio. La unidad de toma de datos de este muestreo aleatorio consiste en un círculo de muestreo cuyo radio se determina por el distanciamiento al sexto árbol (figura 7).



METODO DE MUESTREO ALEATORIO AL SEXTO ARBOL .

FIGURA 7

Desde el centro del área de muestreo aleatorio (M) se localiza el sexto árbol más cercano y se mide esa distancia (a_6), KRAMER y AKCA (1987). Este método de inventario hace posible las tomas representativas de datos aún en pequeñas superficies del rodal y sus elementos se logran captar con la exactitud que requiere la ordenación forestal KD, et.al. citado por AGUIRRE (1989).

Cada muestreo aleatorio se consideró como representativo para el árbol central respectivamente y se formó su superficie de muestreo. En cada área de muestreo se midieron los siguientes parámetros:

- Diámetro normal del árbol central.
- Distancia al sexto árbol.
- Diámetro normal del árbol sexto.
- Diámetro normal de los cinco árboles más cercanos.

Arbolado para la obtención de un coeficiente mórfico.

Cuando se mide un árbol directamente y después se efectúa un cálculo del volumen de un cilindro con las mismas dimensiones, se determina una relación entre el volumen y el cilindro. A dicha relación se le conoce como coeficiente mórfico o de forma.

Al incorporar el área basal directamente en alguna fórmula de cálculo de volumen por hectárea, (como en este caso) es necesario tener una medida respecto a la forma del árbol CANO (1988).

Aclareo.

Después de hacer en gabinete el proceso de datos y llevar a cabo un análisis exhaustivo de ellos (simulación) se estableció una densidad residual óptima para cada parcela, se practicó el aclareo mediante el derribo de los árboles que por sus condiciones silvícolas no presentan las características óptimas.

2.8.2. Trabajo de gabinete.

Proceso de datos.

Para esta fase del trabajo fue de suma utilidad contar con el apoyo de una computadora sistema personal IBM PS/2, modelo 507 de MB memoria RAM, coprocesador matemático y disco duro de 30 MB, y no por pequeña menos útil resulta, la calculadora CASIO FX-39, con las que se determinaron área basal, coeficiente mórfico, volúmenes, índice de sitio, así como el ajuste de curvas a las clases de alturas, diamétricas y de área de incremento individual; logrando con esto un análisis estructural y silvícola de las parcelas.

- Area basal.

Para determinarla se estimó individualmente a cada árbol, cada parcela y se proyectó a hectárea, utilizando las siguientes fórmulas:

$$AB = 0.7854 D^2 \quad (1)$$

$$AB_i = 0.7854 D_i^2 \quad \text{árbol individual.} \quad (2)$$

$$AB/P = 0.7854 \sum D_i^2 \quad \text{para cada parcela.} \quad (3)$$

$$AB/h = \frac{10000}{Sp} AB/p \quad \text{para una hectárea.} \quad (4)$$

Donde:

AB = Area basal.

0.7854 = Constante.

D² = Diámetro al cuadrado.

D_i² = Diámetro individual al cuadrado.

AB_i = Area basal para árbol individual.

AB_p = Area basal por parcela.

Sp = Superficie de la parcela.

- Coeficientes m3rficos.

Derrribados y troceados los 3rboles como se aprecia en la figura 6, se ubicaron en gabinete tomando en cuenta estas f3rmulas:

$$V \text{ toc3n y trozas} = \frac{S_o + S_i}{2} L \quad \text{Smalian (5)}$$

$$V_{\text{punta}} = L \frac{S_o}{3} \quad \text{Cono (6)}$$

Donde:

- V = Volumen.
- S_o = Area mayor de la troza en m².
- S_i = Area mayor de la troza en m².
- L = Longitud de la troza en m.

Una vez obtenido el volumen de cada 3rbol (5 de cada parcela) se efectuaron c3lculos de vol3menes de cilindros con las mismas dimensiones para establecer las relaciones entre 3rboles individuales y cilindros, dichas relaciones nos dieron el coeficiente m3rfico de cada parcela.

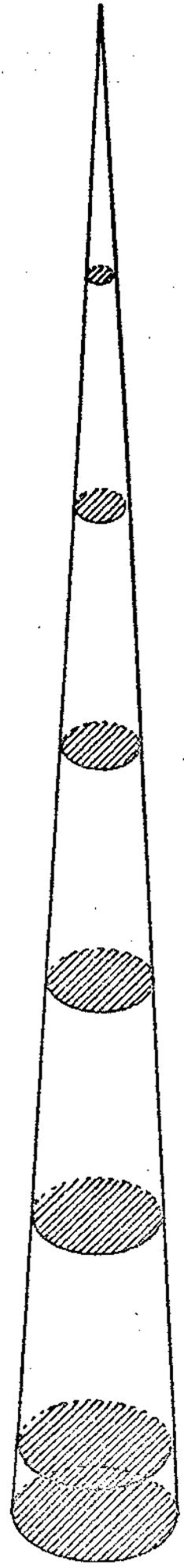
$$\text{F3rmula del cilindro: } V = 0.7854 D^2 h \quad (7)$$

Donde:

- V = Volumen.
- 0.7854 = Constante.
- D² = Di3metro a altura normal.
- h = Altura total del 3rbol.

ARBOL MUESTRA PARA OBTENCION DE COEFICIENTE MORFICO

Figura (8)



- Punta (longitud variable)
- Diametro No. 5
- Troza No. 5 (1 m de longitud)
- Diametro No. 4
- Troza No. 4 (1 m de longitud)
- Diametro No. 3
- Troza No. 3 (1 m de longitud)
- Diametro No. 2
- Troza No. 2 (1 m de longitud)
- Diametro No. 1
- Troza No. 1 (1 m de longitud)
- Diametro del Tocon
- Tocon (0.3 mts. de longitud)

- Volumen.

La densidad de la masa forestal expresada en cualquier forma es uno de los parámetros que proporciona información importante para el manejo del bosque. La medida de la densidad arbórea más frecuentemente utilizada en México, ha sido el volumen por hectárea (CANO, 1988).

En esta investigación se obtuvo el volumen por árbol, parcela y hectárea utilizando las fórmulas siguientes:

$$\text{Volumen por árbol } M = AB \cdot h \cdot CM \quad (8)$$

Donde:

AB = Area basal.

h = altura del árbol.

CM = Coeficiente mórfico.

Con el auxilio de un programa de cómputo se proyectó el volumen individual a volumen por parcela y por hectárea en tres etapas; estando el arbolado de la parcela aún en pie, después de hacer una simulación de aclareo libre y al término de la realización de un aclareo ideal.

Este mismo procedimiento se efectuó en la determinación del Area Basal.

- Establecimiento del índice de sitio para el predio "Las Agujas".

Este se determinó con datos silvícolas de la parcela 2 como a continuación se menciona: Se utilizó la altura mayor promedio de los 100 árboles más altos por ha. (SPURR y BARNES, 1980).

El índice de sitio primero se estableció para la edad clave de 8 años, así mismo, por medio de correlación lineal simple, se proyectó la curva de crecimiento en altura a la edad clave de 20 años para poder predecir en cierto modo la productividad de estos terrenos.

$$\text{La función que se analizó: } 1Y = C1 + C2 (X)$$

Donde:

Y = Variable dependiente.

X = Variable independiente.

C1 = Constante 1.

C2 = Constante 2.

- Area de muestreo de los seis árboles.

Una vez que se tomaron en campo los datos mencionados en el punto "Area de muestreo" se procedió a determinar el área de muestreo de los seis árboles mediante la fórmula:

$$r_6 = a_6 + \frac{1}{2}d_6 \quad (10)$$

Donde:

r_6 = Radio que va del punto de muestreo hasta la parte media del diámetro del árbol sexto. (En este trabajo se tomó un árbol como punto central).

a_6 = Distancia del punto central del muestreo al sexto árbol.

d_6 = Diámetro del árbol sexto.

Representados anteriormente en la figura 6.

- Area de incremento individual.

La fórmula para calcular este parámetro se presenta a continuación y fue desarrollada por el Dr. K. ROMISCH a partir del método de muestreo aleatorio al sexto árbol de STORM (s.f.), donde la distancia de los seis árboles vecinos es proporcional al diámetro a la altura del pecho de cada árbol.

$$a = m^2 / \text{árbol} = \frac{d_0^2 + e_6^2}{\sum_{i=0}^5 d_i^2 + \frac{1}{2}d_6^2} \quad (11)$$

Donde:

a = Area de incremento individual de cada árbol.

d_0^2 = Diámetro del árbol central elevado al cuadrado.

e_6^2 = Distancia al sexto árbol elevada al cuadrado.

$\sum_{i=0}^5 d_i^2$ = Suma del DAP elevados al cuadrado de los cinco árboles más cercanos.

d_6^2 = Diámetro del sexto árbol más cercano elevado al cuadrado.

Una vez calculadas las áreas de incremento individual para cada árbol por parcela se penso en la figura geométrica en que dicha área pudiera representarse, encontrando que para ello THOMASIUUS (1987) estableció una fórmula teórica con la cual se puede representar en forma circular.

Descripción de la fórmula:

$$r = \sqrt{\frac{a}{\pi}} \quad (12)$$

Donde:

r = Radio que representa el área.
a = Área de incremento.

- Determinación de las clases y su amplitud.

Para poder hacer un análisis más profundo de la estructura y estado silvícola de cada parcela se observaron los siguientes parámetros: altura, diámetro y área de incremento individual, así pues, se procedió a la determinación del número y amplitud de clases para cada parámetro ya citado, con la fórmula:

$$AV = \text{Parámetro mayor} - \text{parámetro mínimo.} \quad (13)$$

$$AX = \frac{AV}{JN} \quad (14)$$

Donde:

AV = Intervalo de clases.
AX = Amplitud de clase.
N = Número de individuos.

- Distribución de frecuencias y su representación gráfica.

Una vez determinados el número y la amplitud de clases para cada parámetro se hizo una distribución de frecuencias de las mismas, así como su graficación, pues en la mayoría de las ocasiones una buena representación gráfica de la distribución en estudio puede ayudar eficazmente a extraer conclusiones sobre el comportamiento real de la variable (MORENO y ALVAREZ, 1979). Por lo que en dichas distribuciones se procedió a representarlos gráficamente por medio de polígono de frecuencias e histogramas.

- Ajuste de curvas.

Una vez que se obtuvieron las respectivas distribuciones de las curvas de alturas, diámetros y área de incremento se procedió a llevar a cabo el ajuste de las mismas, mediante la distribución de Weibull, misma que tiene los parámetros Delta, Eta y Xo. Su fórmula es:

$$F(x) = \begin{cases} \frac{\delta}{\eta} \left(\frac{x - x_0}{\eta} \right)^{\delta-1} e^{-\left(\frac{x - x_0}{\eta} \right)^\delta} & x > x_0 \\ 0 & x \leq x_0 \end{cases} \quad (15)$$

Donde:

x_0 = inicio.
 η = escala.
 δ = forma.

$$\left[1 - e^{-\left(\frac{x - x_0}{\eta} \right)^\delta} \right] \begin{matrix} x \leq x_0 \\ x > x_0 \end{matrix}$$

GALLEGOS (1987), reporta que esta distribución se ha utilizado para la caracterización de rodales en varios trabajos internacionales, como ejemplo: MAGNUSSEN (1986), en su trabajo con Picea abies reporta que el diámetro reporta ser más característico para dicha distribución. De igual manera en su trabajo de diplomado encontró también una distribución significativa con el diámetro.

GEROLD (1988) reporta resultados semejantes en su trabajo sobre la estructura del diámetro.

THOMASIU (1987) establece hipotéticamente el parámetro Delta de la distribución de Weibull con un rango de 2 a 3 para que dé como resultado que los otros dos parámetros X_0 y Eta den un ajuste apropiada para obtener una distribución más regular de la masa arbolada, esto lo refiere en sus trabajos con Pinus Sylvestris.

MAGNUSSEN (1986), por su parte recomienda el Test de X^2 para ajustar dicha distribución.

- Test de X^2 para la distribución de Weibull.

Algunas veces los elementos de nuestra muestra pueden asignarse a una cualquiera de varias clases o categorías, más que asignarlos a una u otra de dos clases (OSTLE, 1981). En estas condiciones se utilizó una distribución multinomial al probar el ajuste de una distribución real media con una distribución de Weibull hipotética.

Se planteó la siguiente hipótesis:

$H: p_i = p_{i0} \quad (i = 1, 2, \dots, K)$
 donde hay K clases.

El procedimiento de pruebas se consigue con la aproximación ji-cuadrada. En donde los grados de libertad son $K-1$, o sea, 1 menos que el número de clases. Y se calcula:

$$X^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Donde:

O_i = Número observado.

E_i = Número esperado.

k = Clases.

Para este trabajo utilizamos un nivel de significancia del 5% que por lo general se elige como criterio arbitrario para determinar la significancia o el grado de correspondencia de los resultados con la hipótesis (GARDNER, 1980). En base al número de grados de libertad y al nivel de probabilidad elegido, se determina una X^2 crítica que se comparaba con una X^2 óptima al llevar a cabo cada ejemplo, si la X^2 óptima era mayor que la X^2 crítica, está hipótesis se reprueba, caso contrario se aprueba.

3. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1. AREA BASAL.

Para determinar el área basal individual por parcela y por hectárea se usaron las fórmulas; (2), (3) y (4) contenidas en el programa de cómputo ABVOHA, los resultados se obtuvieron en tres partes: antes del aclareo, después de la simulación del aclareo libre y al término de practicar un aclareo ideal, en cada parcela respectivamente, quedando como sigue:

ACLAREO	PARCELA 1	PARCELA 2
Antes	50 m ² /ha.	41 m ² /ha.
Después	35 m ² /ha.	24 m ² /ha.
Ideal	15 m ² /ha.	15 m ² /ha.

Nota: Representados por hectárea, ya que son representativos para cualquier comparación.

3.2. COEFICIENTES MORFICOS.

Utilizando las fórmulas (5), (6) y (7) se pudo llegar a obtener el coeficiente mórfico para cada parcela, mismos que se presentan a continuación:

PARCELA 1	PARCELA 2
0.68	0.50

3.3. VOLUMEN.

Con la fórmula (8) que esta contenida en el programa de cómputo ABVOHA los resultados que se obtuvieron fueron los siguientes:

ACLAREO	PARCELA 1	PARCELA 2
Antes	462 m ³ /ha.	312 m ³ /ha.
Después	363 m ³ /ha.	237 m ³ /ha.
Ideal	143 m ³ /ha.	123 m ³ /ha.

3.4. INDICE DE SITIO PARA EL PREDIO LAS AGUJAS.

El índice de sitio en este lugar para Eucalyptus tereticornis a la edad clave de 8 años es 12-8. Así mismo por medio de cálculos de regresión lineal simple y el modelo de la fórmula (9) se proyectó la curva de crecimiento a la edad clave de 10 años para establecer el índice de sitio a esa edad, mismo que resulto ser 27-20 (Figura 9).

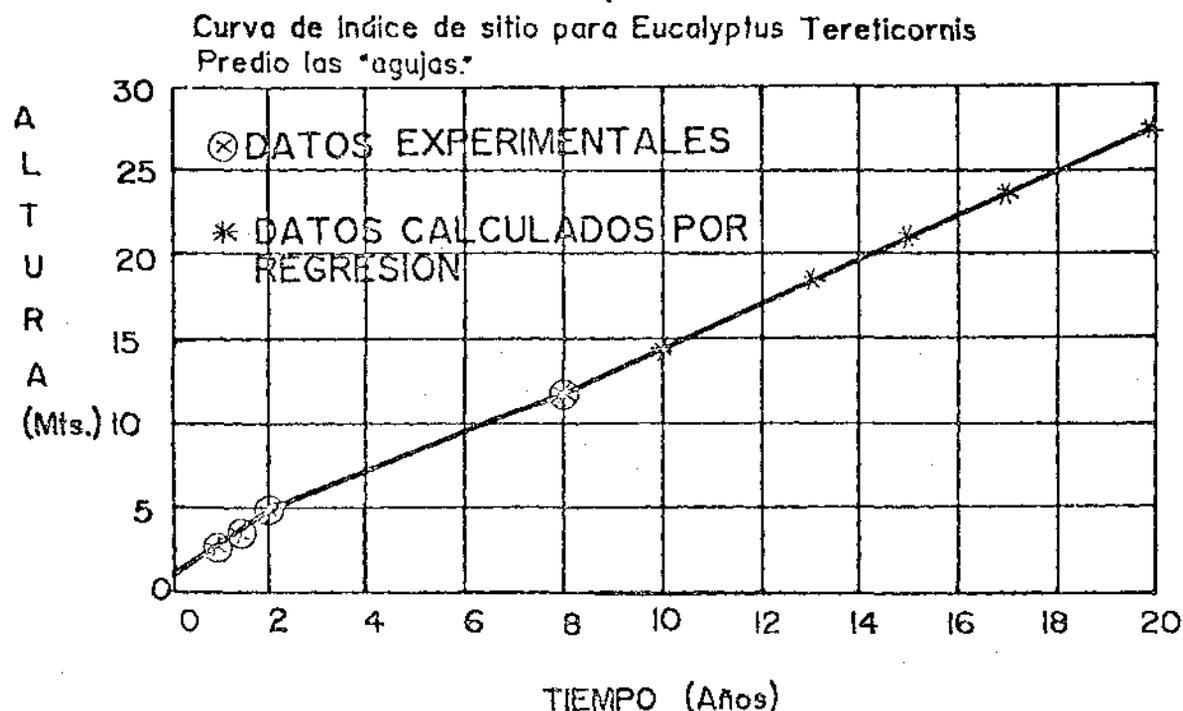


FIGURA 9

Puede asegurarse que la productividad de estos terrenos es buena, ya que si tomamos sólo como un ejemplo de comparación las curvas de índice de sitio para Eucalyptus globulus de Arauco y Concepción en el país de Chile que fueron realizadas por Martínez (1981), se puede parecer que el índice de sitio de esta localidad para Eucalyptus tereticornis corresponde la clase de sitio II. (Figura 10)

Curvas de Índice de Sitio para *E. globulus* ssp *globulus*
(Arauco y Concepción)

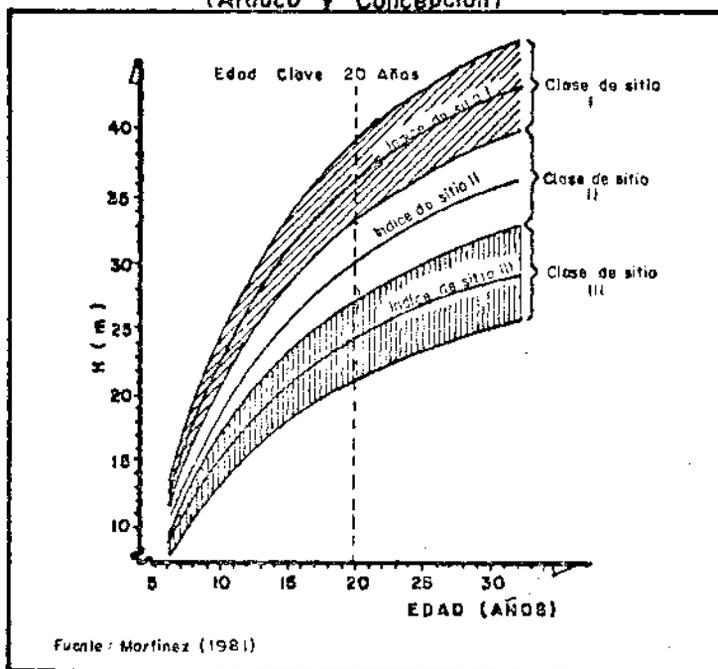


FIGURA 10

3.5. CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DEL ARBOLADO.

Parcela 1

El incremento medio anual (IMA) en diámetro es de 0.86 cm. y el IMA en lo que se refiere a altura es de 1.14 m. En términos de volumen el incremento se calculó en 57.8 m³/ha/año.

Parcela 2

El incremento medio anual en diámetro es 1.53 cm. y el IMA en lo que se refiere a altura es de 1.5 m. En términos de volumen el incremento se calculó en 37.65 m³/ha./año.

Estos rendimientos son altos comparados con los promedios de la región forestal (barranca de Cupatitzio) en el Estado de Michoacán donde se ha estimado un rendimiento en volumen de 8.3 m³/ha./año (MAS J. et.al., 1985).

En la siguiente tabla se presenta un resumen de los resultados de la evaluación hecha a las parcelas experimentales establecidas en el IMCyP-Predio Las Agujas y las plantaciones hechas en el municipio de Morelia, Michoacán (Barranca de Cupatitzio).

TABLA 11. EVALUACION DE PLANTACIONES FORESTALES CON Eucalyptus tereticornis Y TRES DIFERENTES ESPACIAMIENTOS EN LOS ESTADOS DE JALISCO Y MICHOACAN.

SUPERFICIE /ha.	ALTITUD m.s.n.m.	EDAD años	ESPACIAMIENTO m.	NO. ARBOLES /ha.	ALTURA MEDIA m.	DIAMETRO MEDIO cm.	I.M.A.A m.	I.M.A.D cm.	AREA BASAL /ha.m ²	VOLUMEN/ ha. m ³	I.M.A.V m ³
*) 0.4383	1760	10.6	1.5 x 1.5	1955	8.9	9.0	0.84	0.7	12.44	87.9	8.3
***) 0.0288	1593	8.3	2.0 x 2.0	2500	12.51	12.76	1.50	1.53	41.26	312.51	37.65
***) 0.0160	1593	8.0	1.0 x 1.0	5000	9.15	6.80	1.14	0.86	50.05	462.45	57.80

*) Plantación realizada en julio de 1980 en la Barranca de Cupatitzio, C.E.F.

***) Plantación realizada en agosto y febrero de 1981, respectivamente en el Predio Las Agujas/IMCyP.

3.6. AREA DE MUESTREO DE LOS SEIS ARBOLES.

Para calcular el área de los árboles característicos en cada parcela antes y después de la simulación de un aclareo se utilizó la fórmula 10. En gabinete sobre un croquis escala se midieron los parámetros R_6 y A_6 tomándose además el diámetro del árbol sexto de los datos silvícolas del arbolado.

Para tener una mejor representación se hicieron croquis a escala donde a cada árbol de las parcelas se les marco su área de muestreo. (Figura 11, 12, 13 y 14).

Para hacer el cálculo de esta área fue necesario desarrollar un programa de cómputo llamado "Prueba de los seis árboles de Störm".

Parcela N°1

Esquema general de la parcela (1m x 1m) exhibiendo el AREA DE MUESTREO DE LOS SEIS ARBOLES, después del aclareo. Esc. 1:50

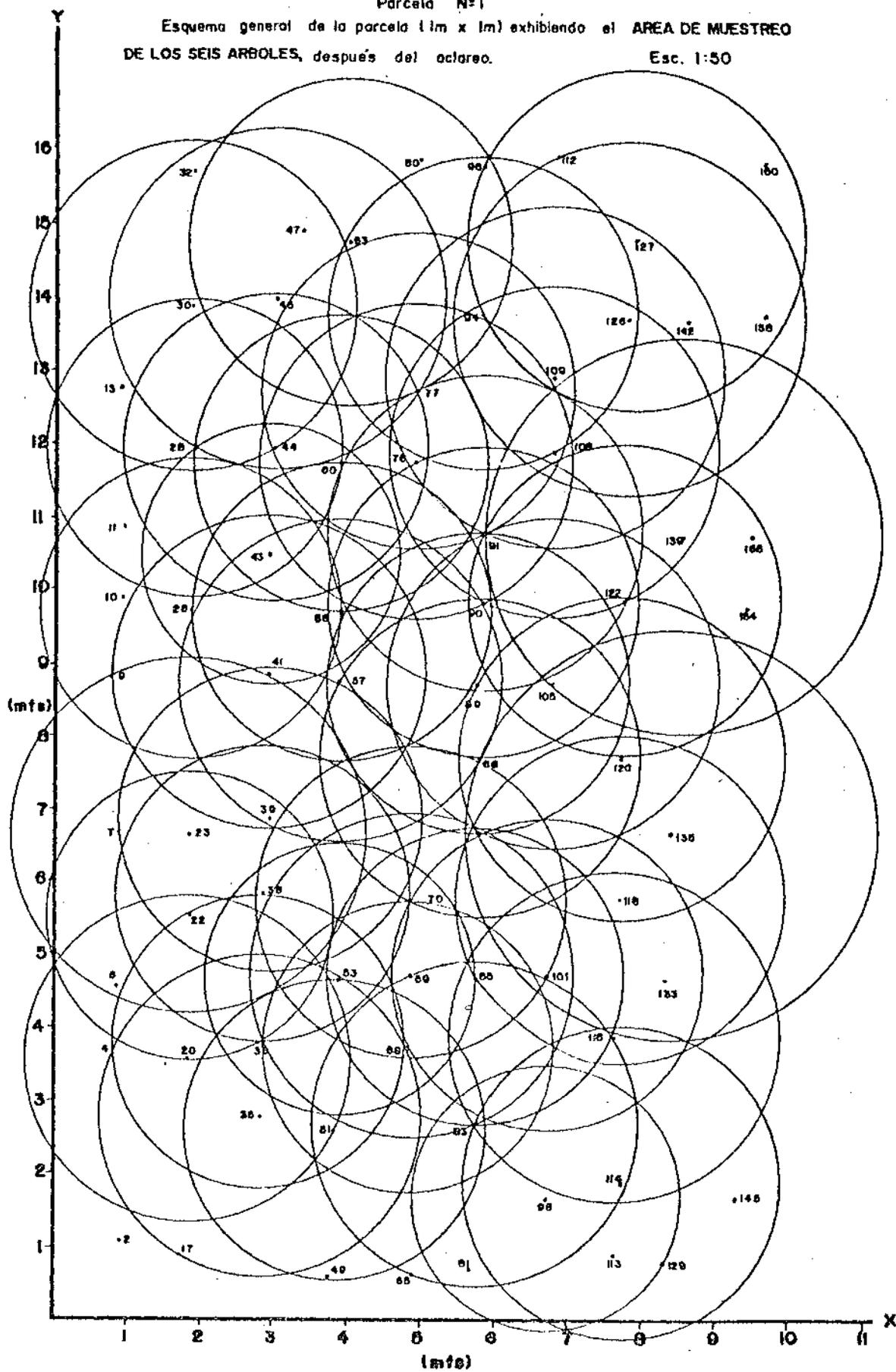
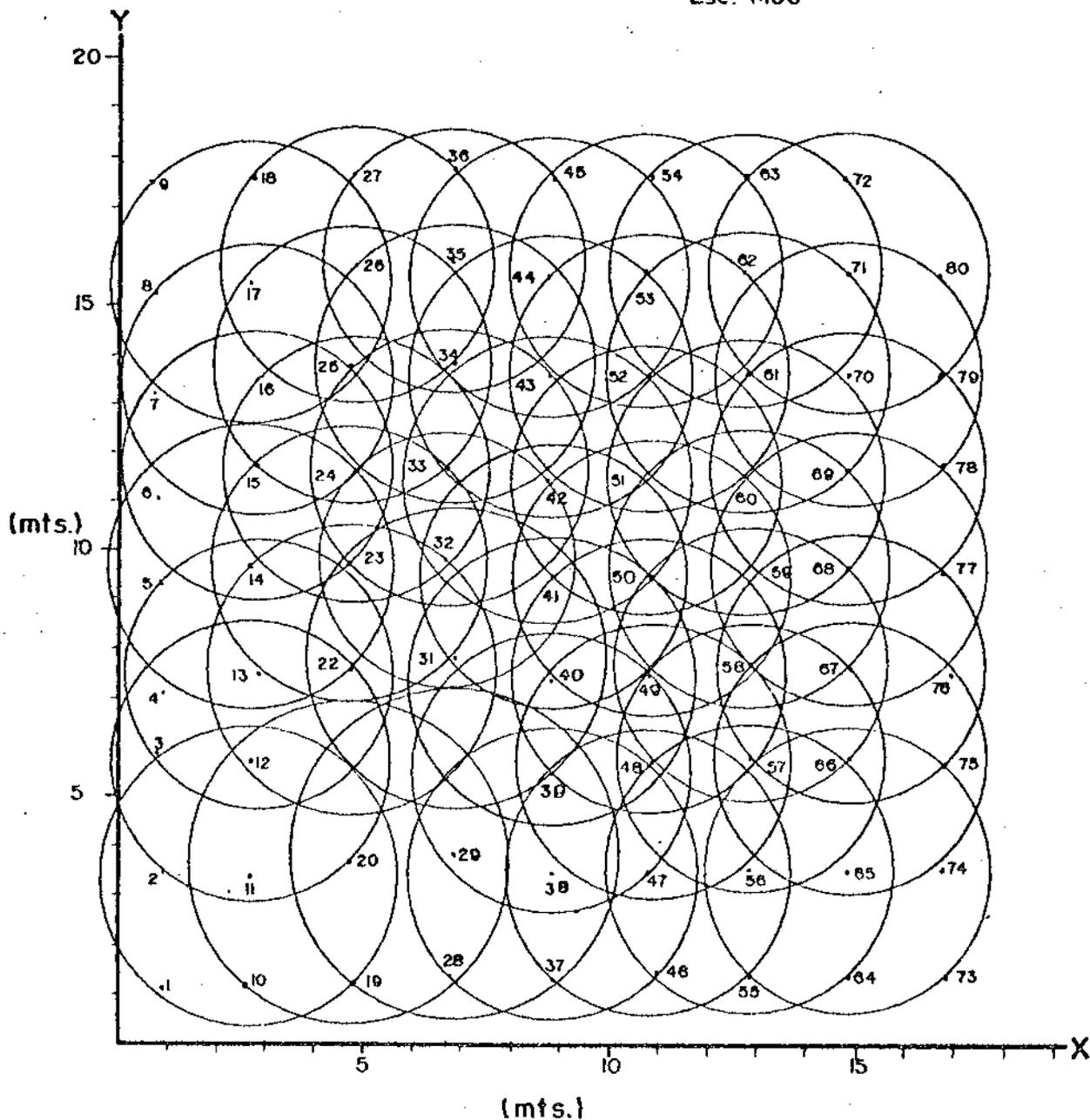


Figura (13)

Parcela N° 2

Esquema general de la parcela (20m x 20m), exhibiendo el AREA DE MUESTREO DE LOS SEIS ARBOLES, antes del aclareo.

Esc. 1:100

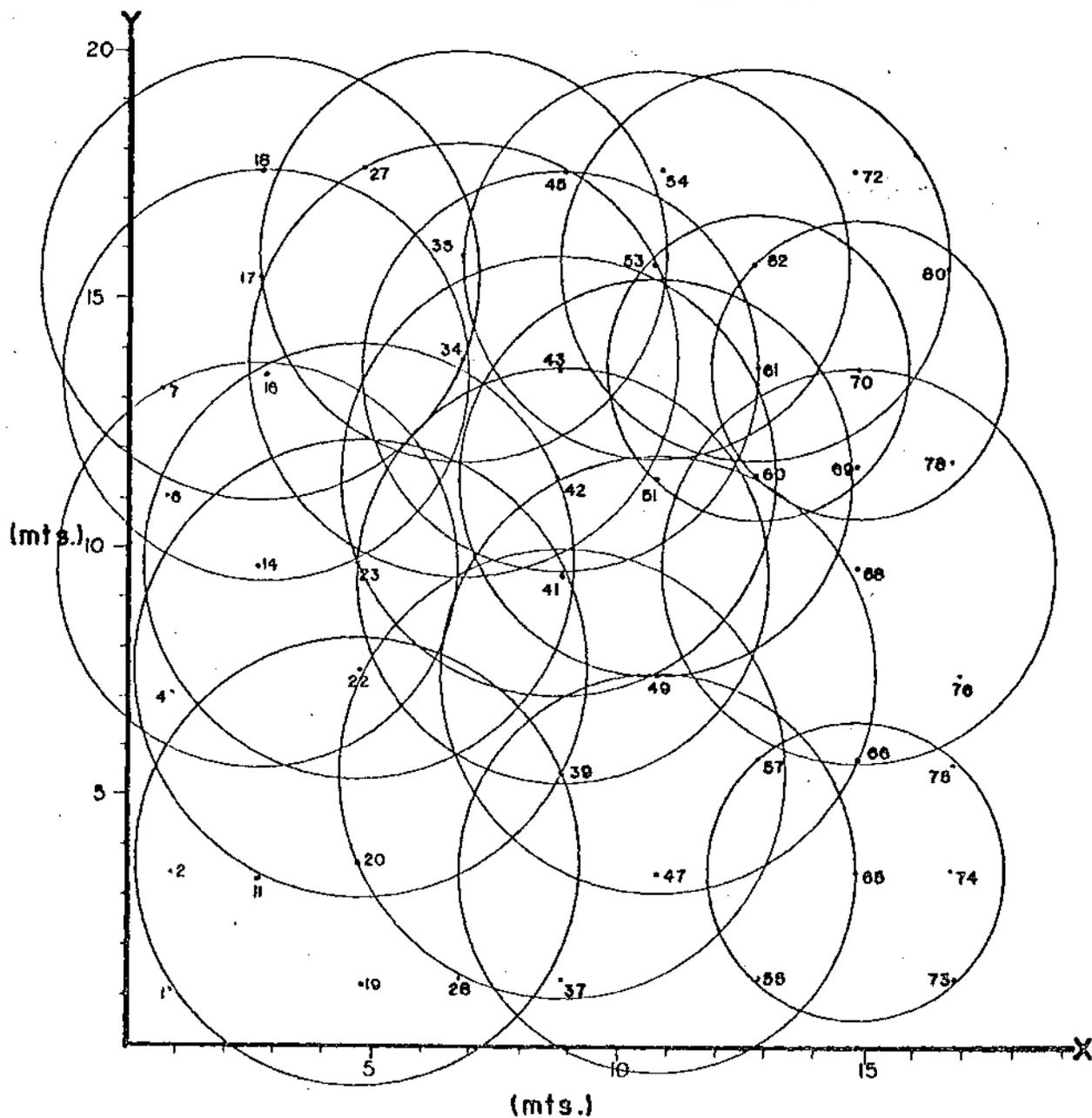


Figuro (14)

Parcela N° 2

Esquema general de la parcela (2m x 2m), exhibiendo el AREA DE MUESTREO DE LOS SEIS ARBOLES, después del aclareo.

Esc. 1:100



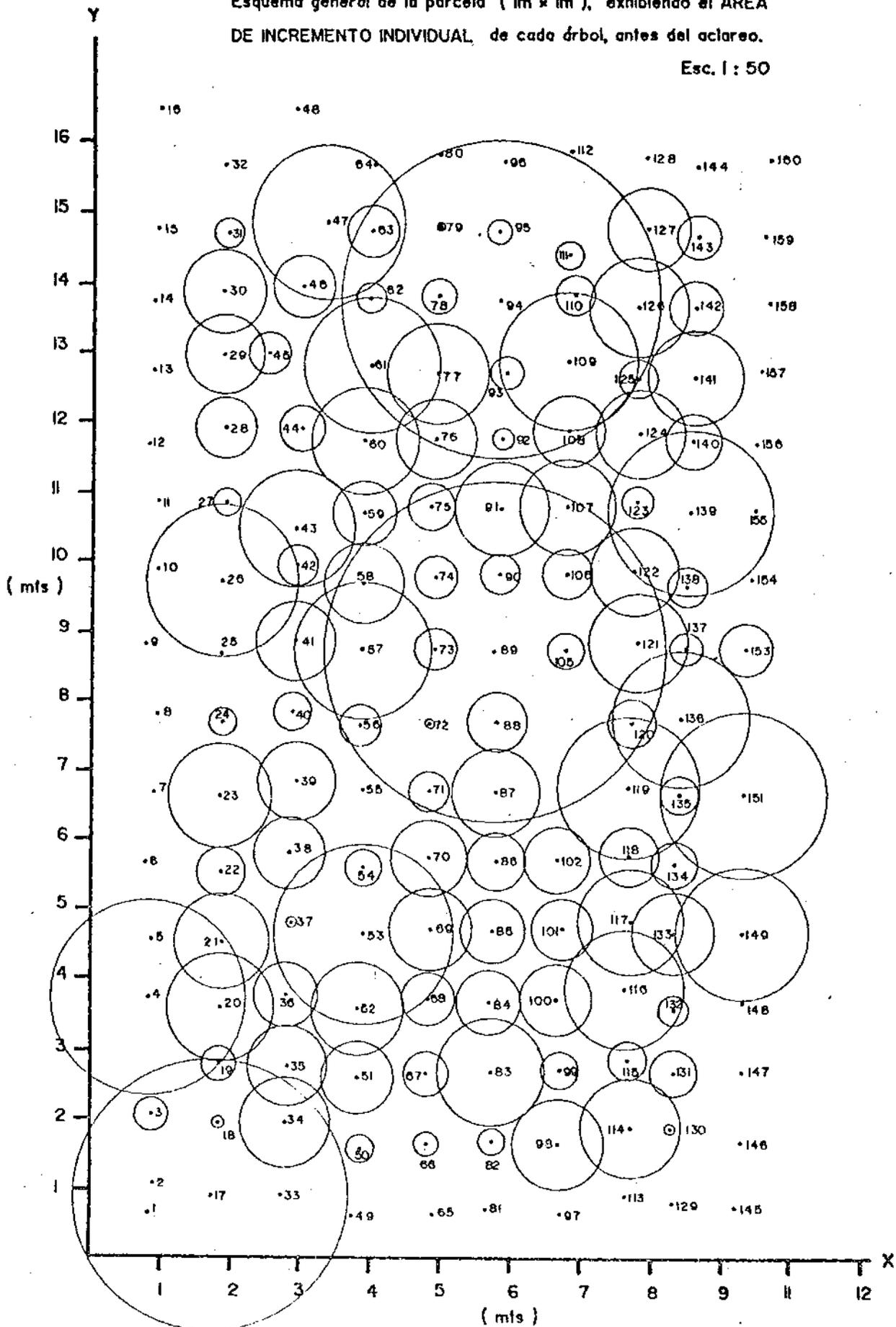
3.7. AREA DE INCREMENTO INDIVIDUAL.

Mediante la utilización del programa de cómputo "Prueba de los seis árboles de Störm" que contiene las fórmulas 11 y 12, se llevó a cabo el cálculo de área de incremento para cada árbol, los resultados se presentaron en un croquis escala y se muestran en las figuras 15, 16, 17 y 18.

Parcela No 1

Esquema general de la parcela (1m x 1m), exhibiendo el AREA DE INCREMENTO INDIVIDUAL, de cada árbol, antes del aclareo.

Esc. 1 : 50



Esquema general de la parcela (1m x 1m), exhibiendo el AREA
DE INCREMENTO INDIVIDUAL de cada árbol, después del aclareo.
Esc. 1 : 50

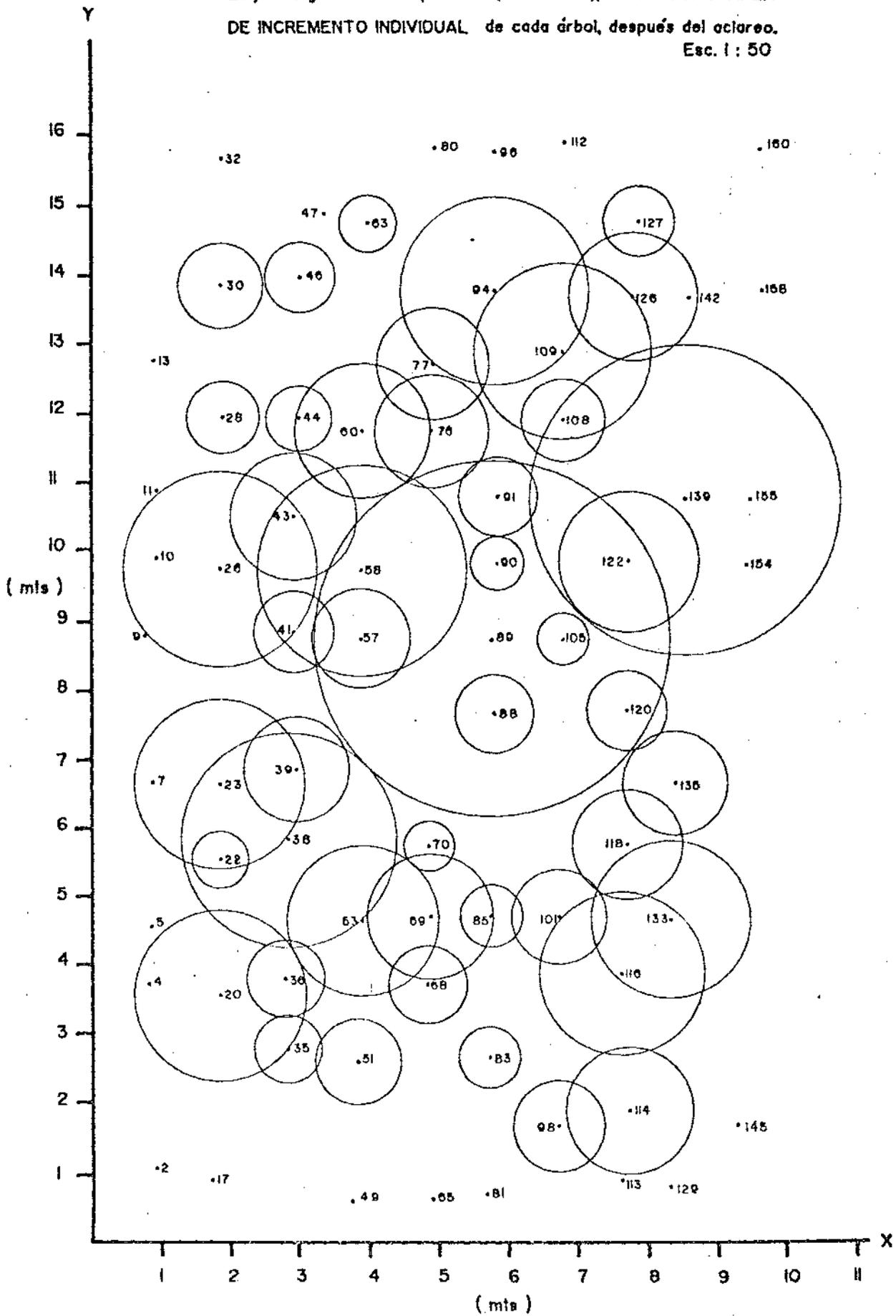


Figura (17)

Parcela No 2

Esquema general de la parcela (2m x 2m), exhibiendo el AREA DE INCREMENTO INDIVIDUAL de cada arbol, antes del aclareo.

Esc. 1 : 100

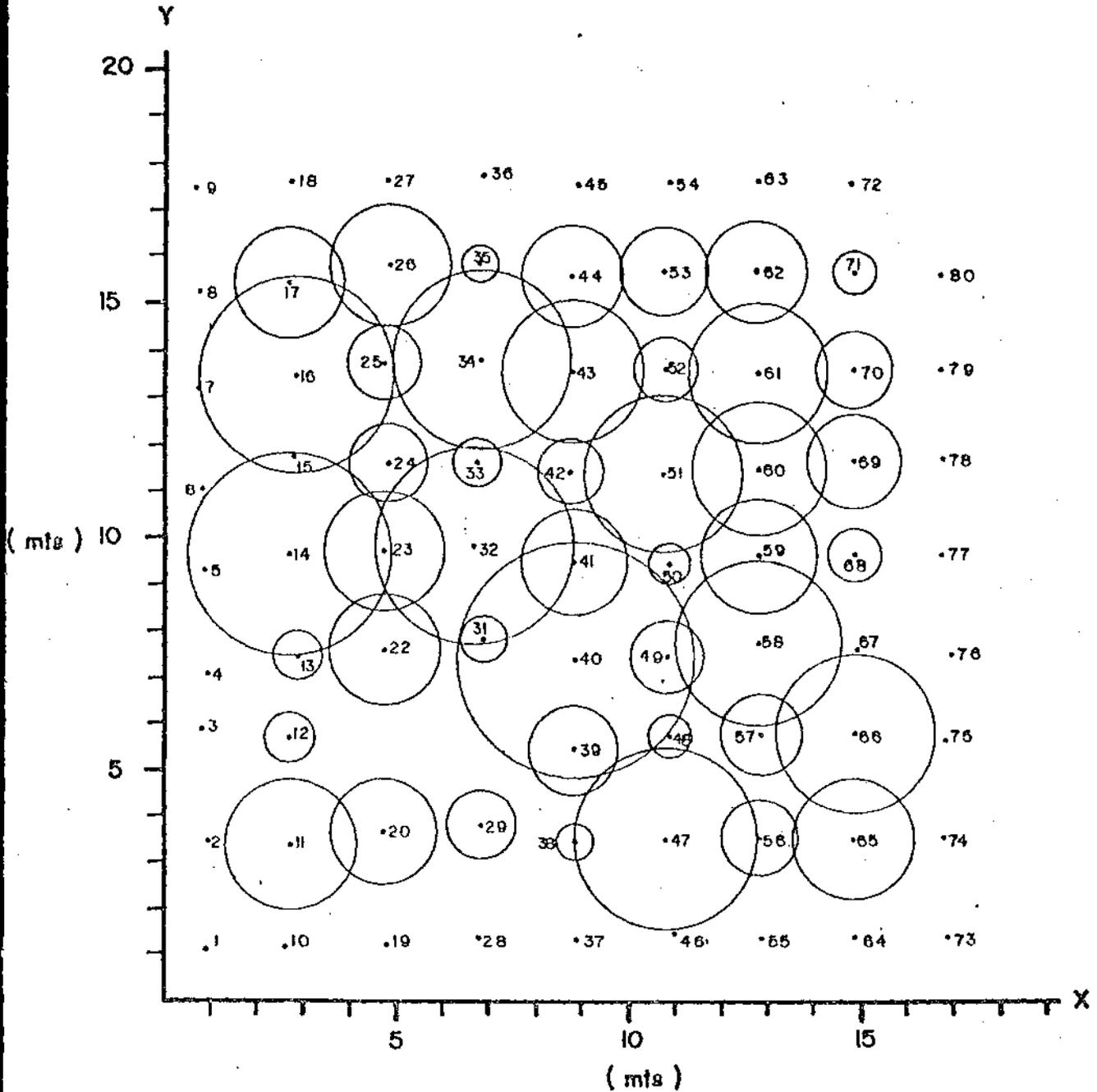
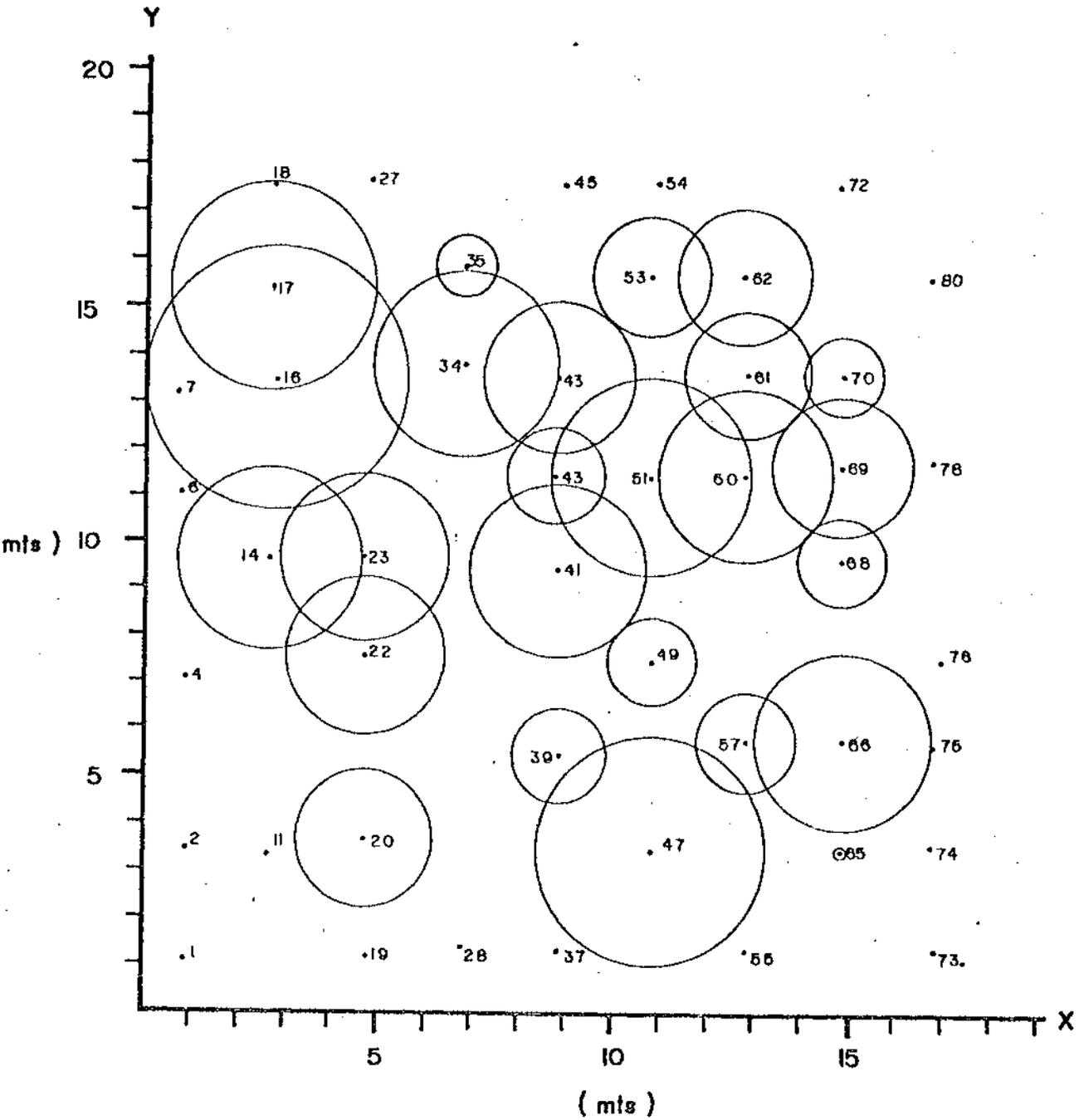


Figura (18)

Parcela No 2

Esquema general de la parcela (2m x 2m), exhibiendo el AREA DE INCREMENTO INDIVIDUAL de cada árbol, después del aclareo.
Esc. 1 : 100



3.8. AJUSTE DE CURVAS.

Esto se llevó a cabo con el fin de verificar que tan bien se ajustaban las diferentes distribuciones de clases reales con una distribución de Weibull hipotética, a fin de determinar qué parámetros de los utilizados (altura, diámetro, área de incremento) podría ser el índice más apropiado para practicar un aclareo lo más óptimo posible en cada parcela. En la tabla 12 se representan los resultados del ajuste de curvas.

TABLA 12. RESULTADOS DEL AJUSTE DE CURVAS.

ACLAREO	P A R A M E T R O			
	ALTURA	DIAMETRO	AREA DE INCREMENTO	
<u>P a r c e l a 1</u>				
ANTES	Xo	1.6	.92	.70
	Delta	1.8	1.15	.40
	Eta	8.0	5.98	.79
	X ²	16.06	29.49*	9.04
DESPUES	Xo	2.3	1.98	.37
	Delta	2.5	1.5	1.4
	Eta	10.88	7.80	3.06
	X ²	8.89	16.49	1.59
IDEAL	Xo	2.1	1.95	.47
	Delta	2.9	2.15	.52
	Eta	12.04	8.21	1.81
	X ²	1.24	1.39	8.76
<u>P a r c e l a 2</u>				
ANTES	Xo	0.0	1.8	1.0
	Delta	3.0	1.9	1.75
	Eta	14.91	11.98	4.13
	X ²	17.35*	4.43	8.45
DESPUES	Xo	5.8	4.1	4.0
	Delta	3.0	1.9	1.8
	Eta	10.22	10.86	8.75
	X ²	6.88	12.43	5.70
IDEAL	Xo	4.5	2.1	4.0
	Delta	3.0	2.0	1.5
	Eta	10.34	12.90	9.85
	X ²	0.87	3.56	5.37

*) No aprobaron.

A continuación se presentan las figuras 19-37 mismas que muestran el ajuste de curvas de una distribución real y una distribución hipotética de Weibull. En total son 18, 9 para cada parcela, y a la vez tres para cada parámetro.

Como podemos observar el parámetro Delta para diámetro y altura se comporta de manera regular y ascendente; esto muestra la respuesta de la forma de la curva a la intervención (aclareo). El área de incremento resultó no significativa para este análisis; ya que la intervención en cierta forma fue moderada y bajo algunas restricciones de otra índole. Esto nos dá como resultado que sería necesario un aclareo más fuerte para lograr un mejor espaciamento entre los individuos. En cuanto al ajuste de la curva que se probó con el test de X^2 resultó lo siguiente; en la parcela 1 antes de la simulación el diámetro resultó no aprobado, esto significa que dicha estructura del rodal ya exigía un aclareo por lo bajo. En la parcela 2 antes de la simulación la altura resultó no aprobada; esto nos dá por resultado que este rodal exigía un aclareo por lo alto.

Para una mayor comprensión de lo anterior presentamos a continuación las figuras 38, 39, 40, 41, 42 y 43. Con ello se concluye la significancia de la simulación para caracterizar las condiciones y necesidades silvícolas de los rodales.

Eucalyptus tereticornis

PARCELA 1 ANTES ACLAREO

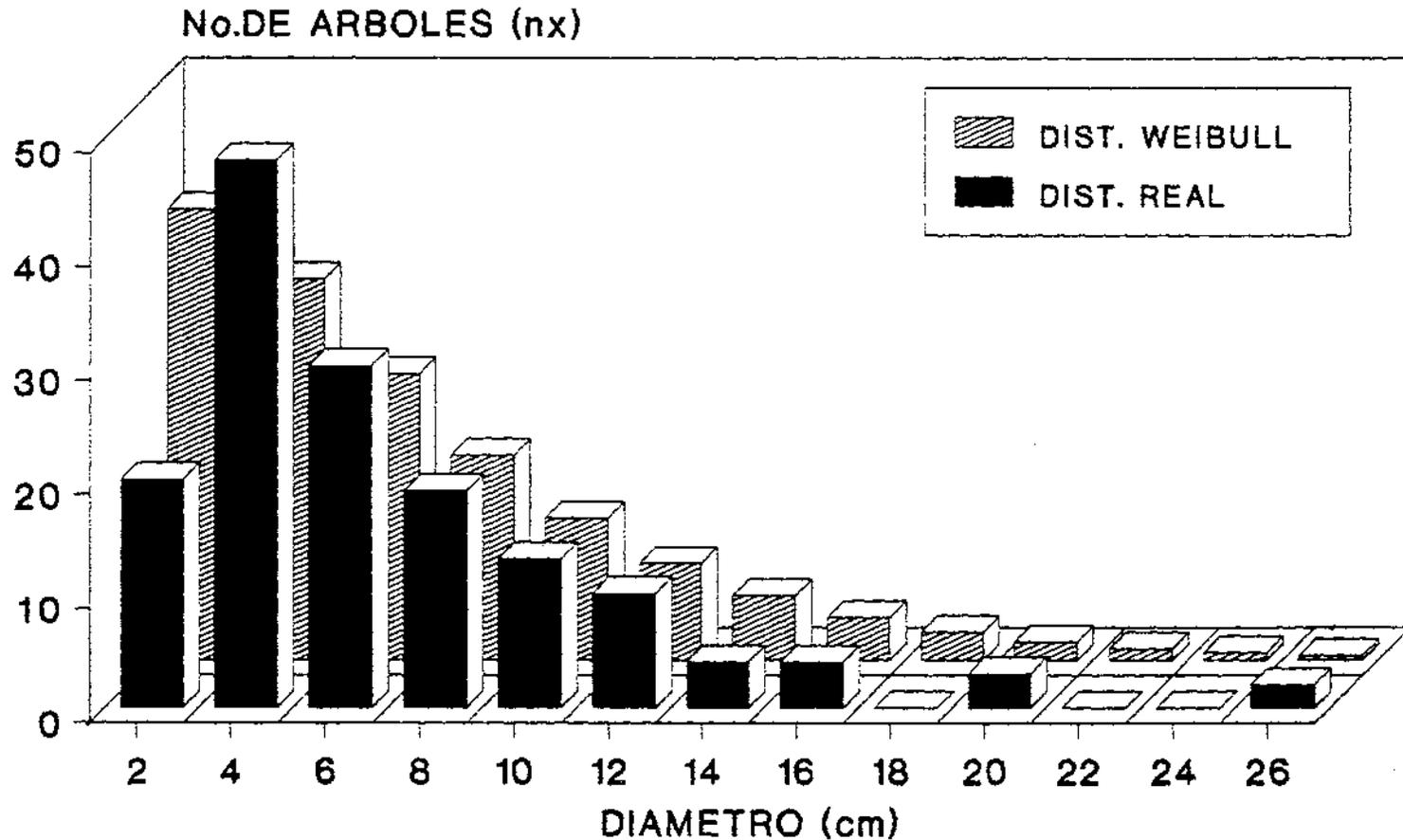


FIG.19. Representación del número de árboles (nx) en comparación con el diámetro (d).

Eucalyptus tereticornis

PARCELA 1 DESPUES ACLAREO

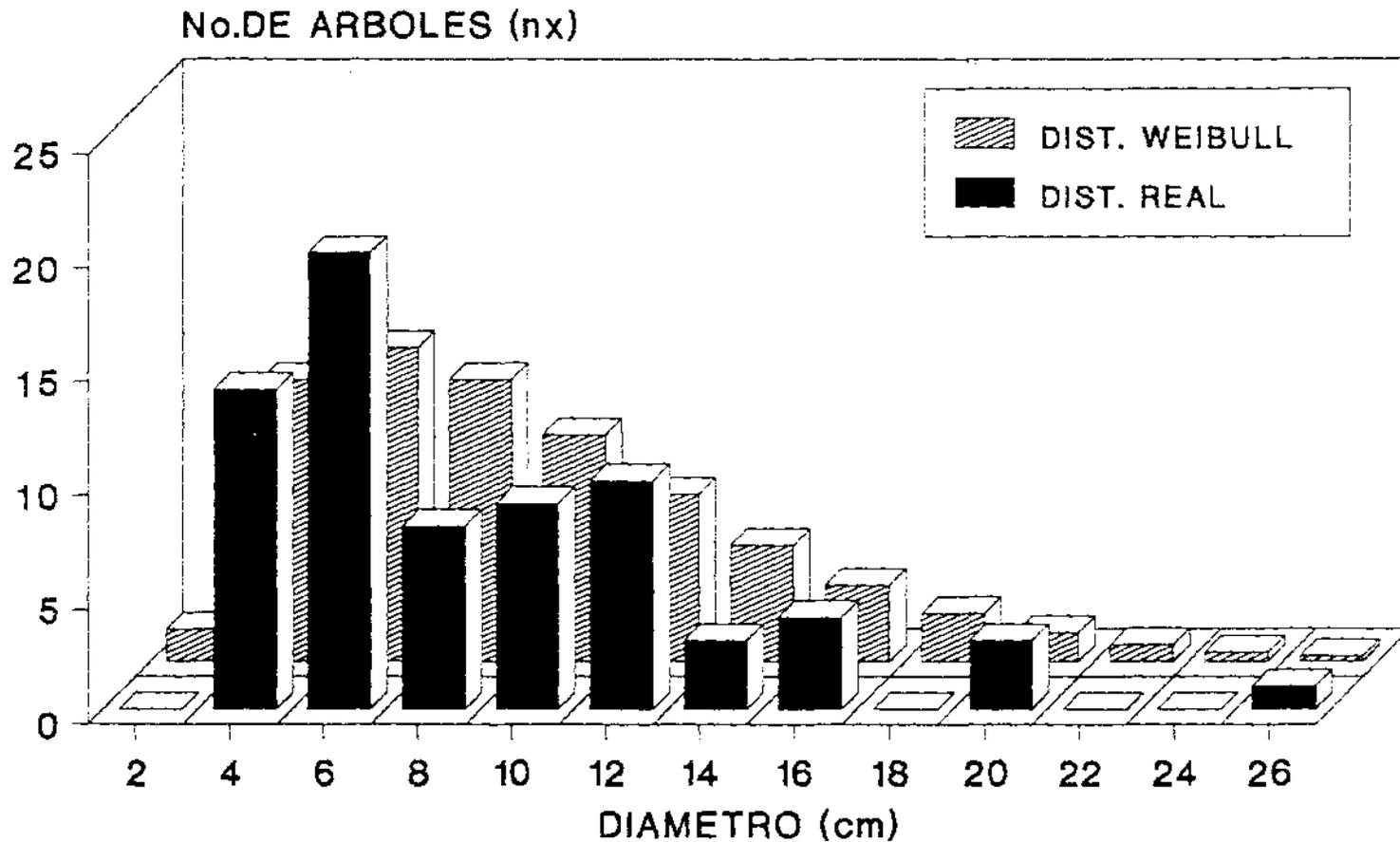


FIG.20.Representación del número de árboles (nx) en comparación con el diámetro (d).

Eucalyptus tereticornis

PARCELA 1 ACLAREO IDEAL

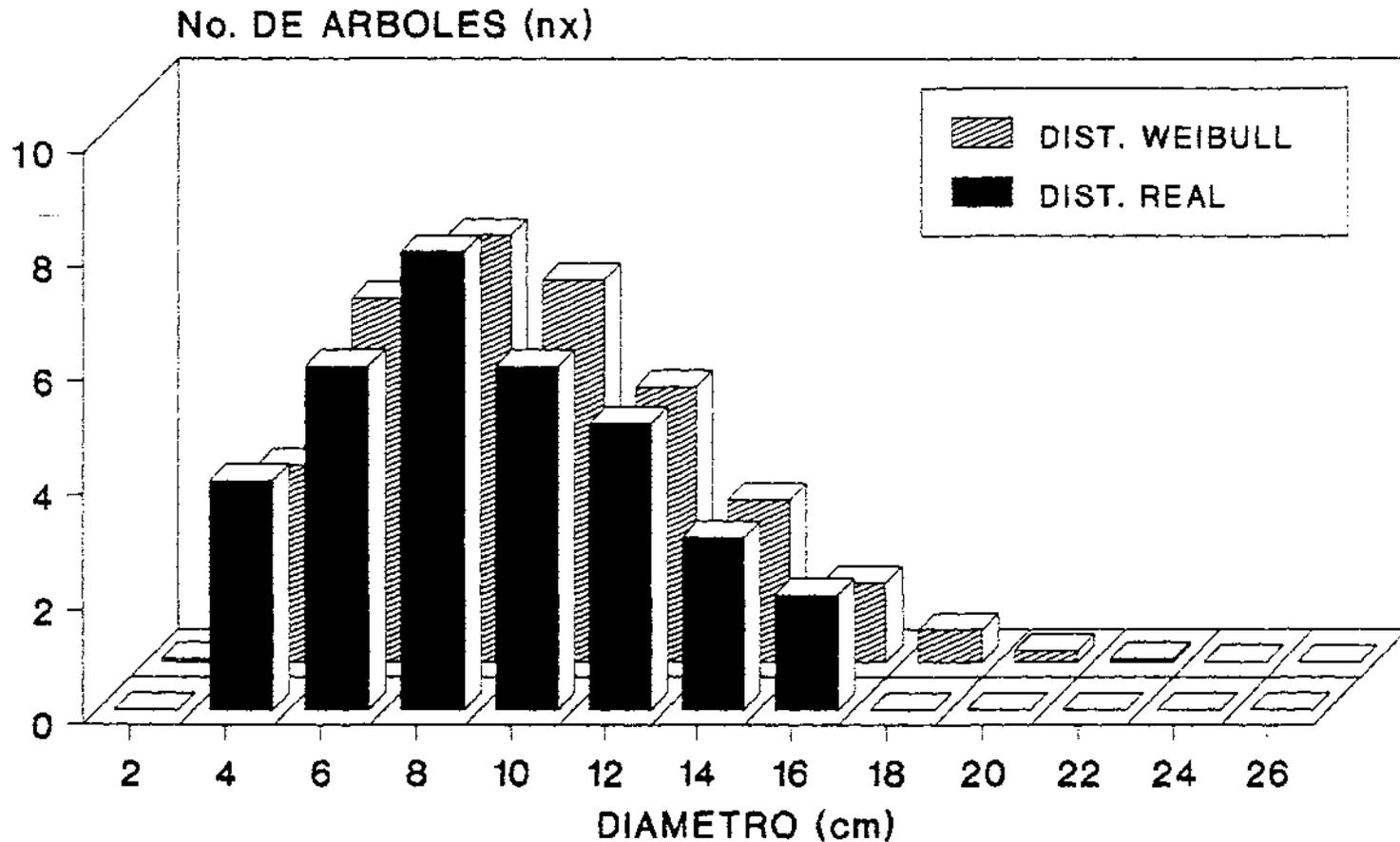


FIG.21 Representación del número de árboles (nx) en comparación con el diámetro (d).

Eucalyptus tereticornis

PARCELA 2 ANTES ACLAREO

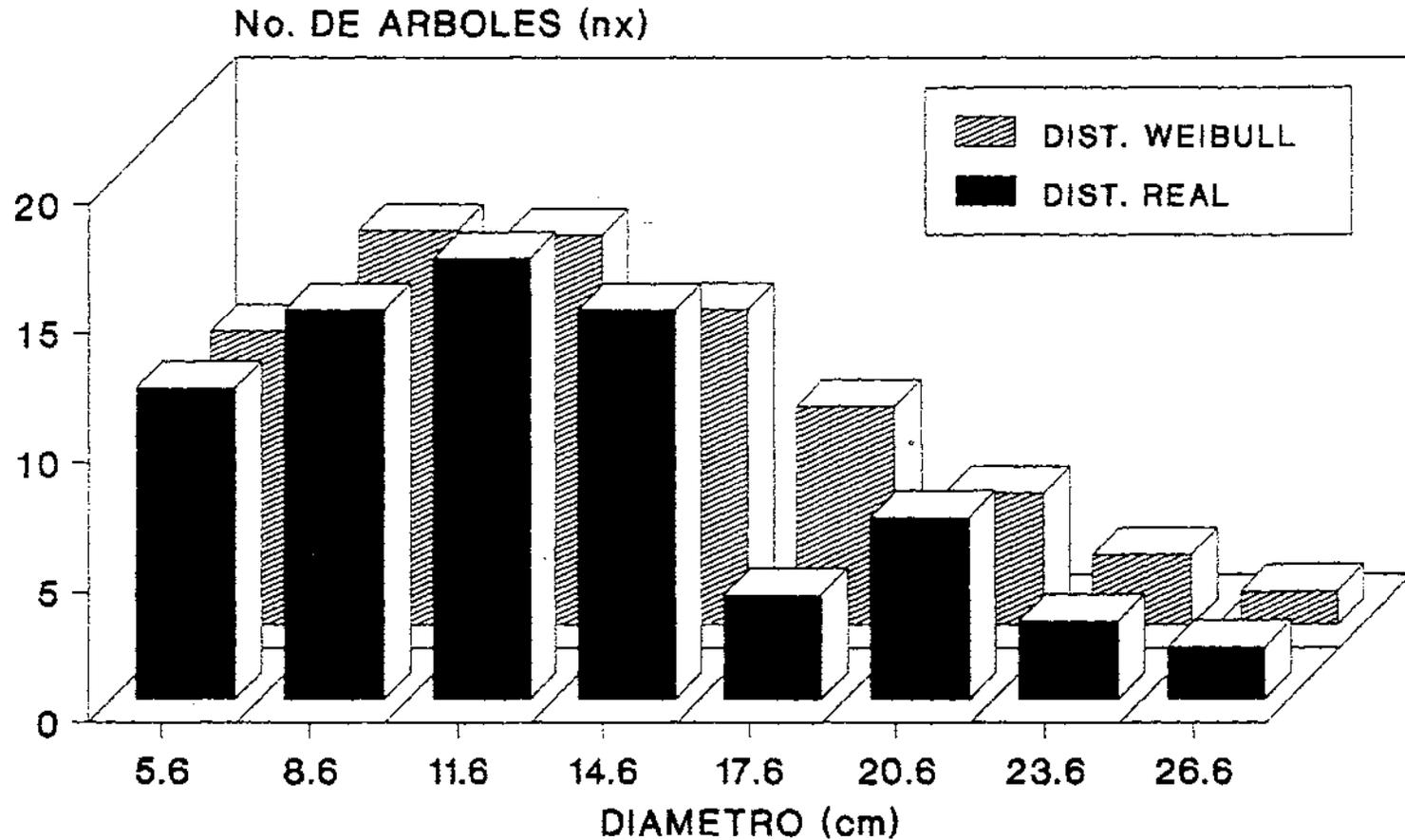


FIG22. Representación del número de árboles (nx) en comparación con el diámetro (d).

Eucalyptus tereticornis

PARCELA 2 DESPUES ACLAREO

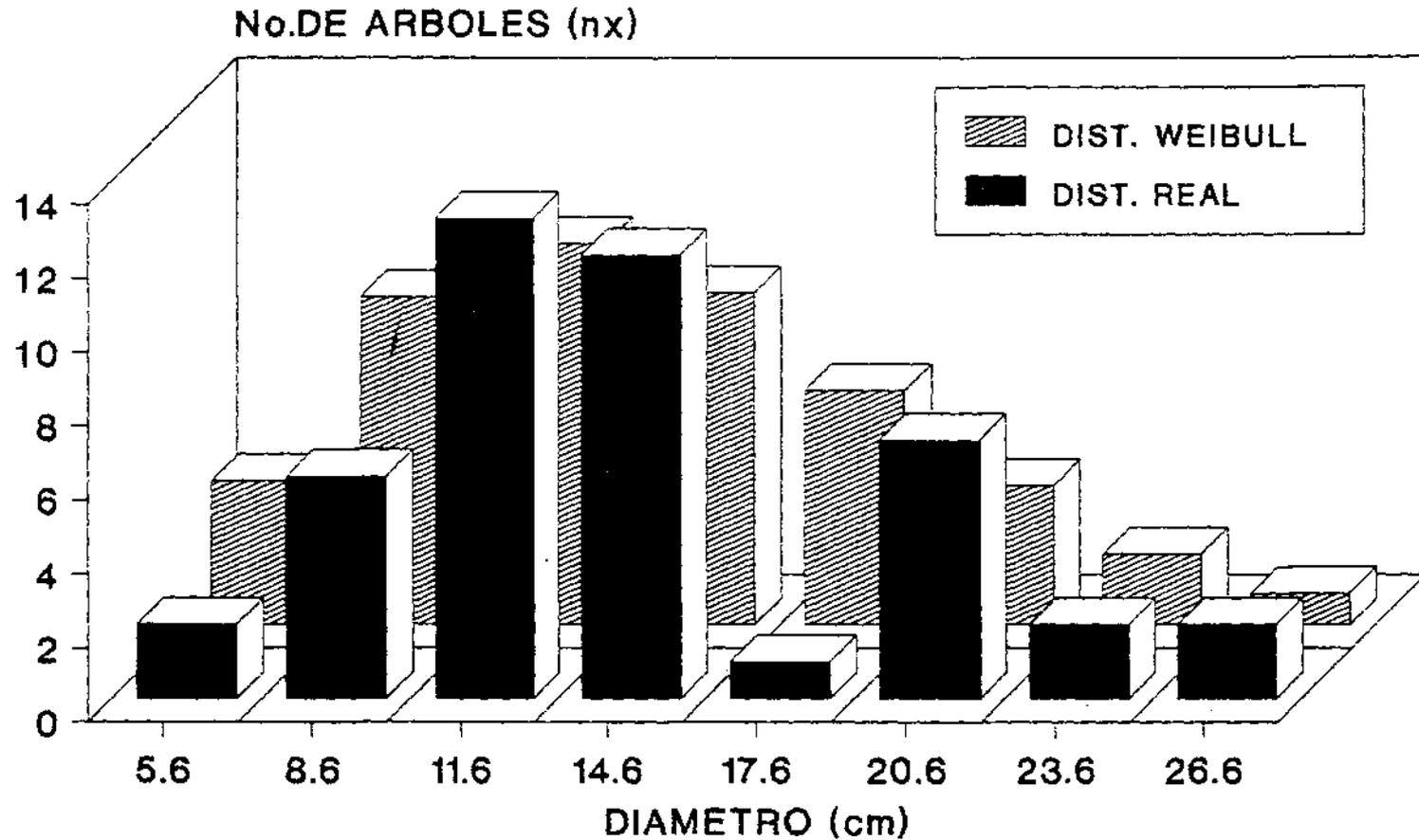


FIG.23. Representación del número de árboles (nx) en comparación con el diámetro (d).

Eucalyptus tereticornis

PARCELA 2 ACLAREO IDEAL

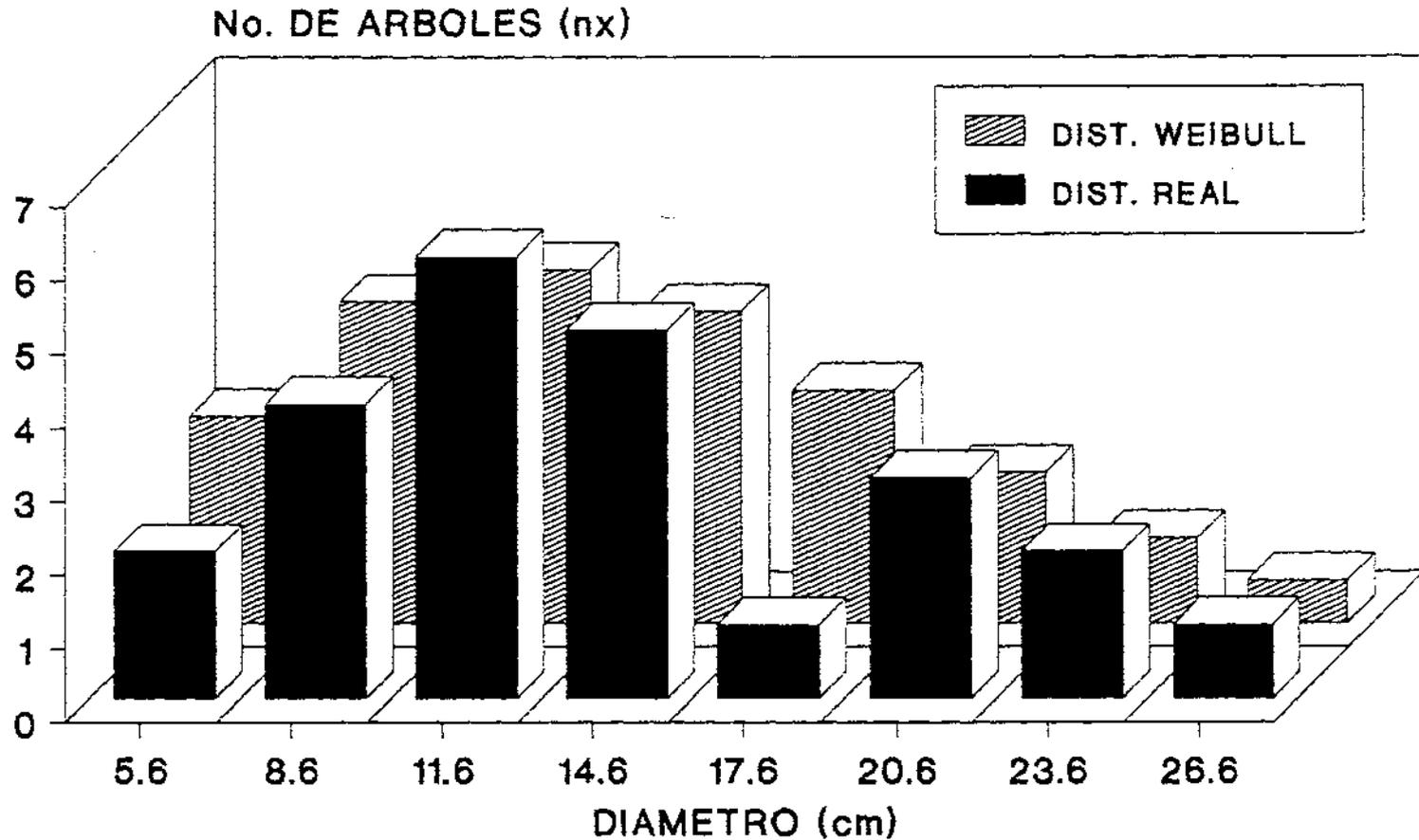


FIG24. Representación del número de árboles (nx) en comparación con el diámetro (d).

Eucalyptus tereticornis

PARCELA 1 ANTES ACLAREO

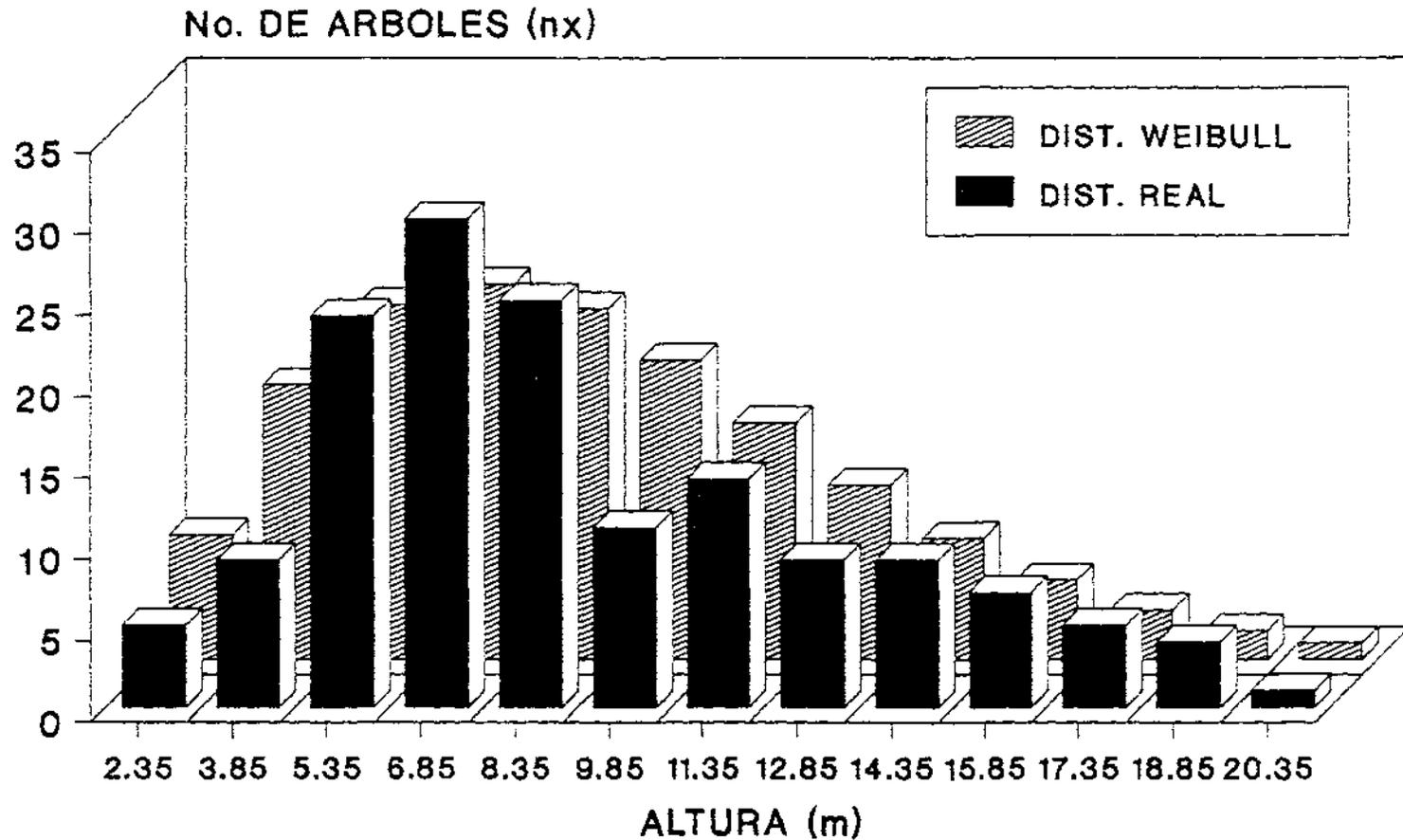


FIG.25. Representación del número de árboles (nx) en comparación con la altura (h).

Eucalyptus tereticornis

PARCELA 1 DESPUES ACLAREO

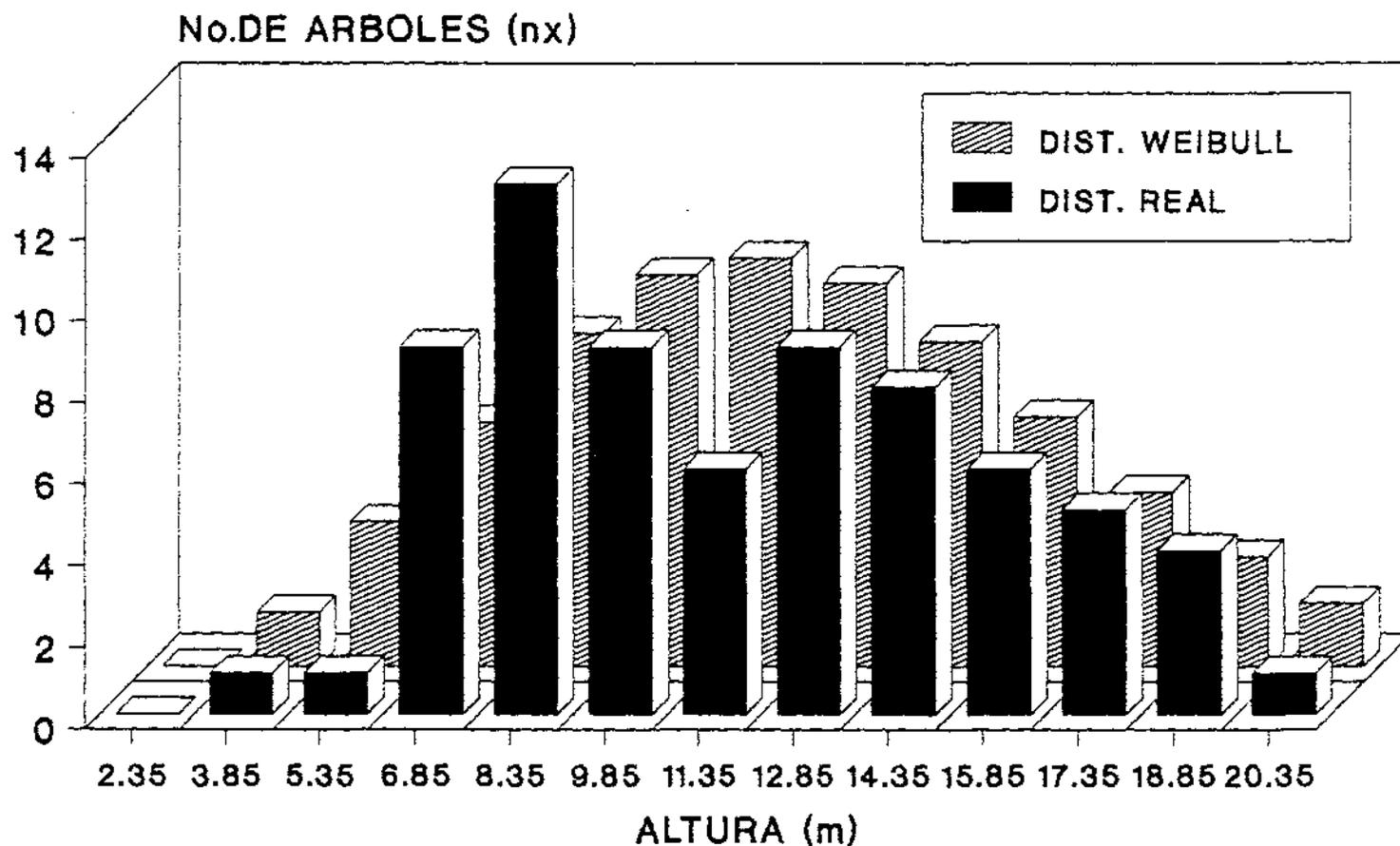


FIG.26 Representación del número de árboles (nx) en comparación con la altura (h).

Eucalyptus tereticornis

PARCELA 1 ACLAREO IDEAL

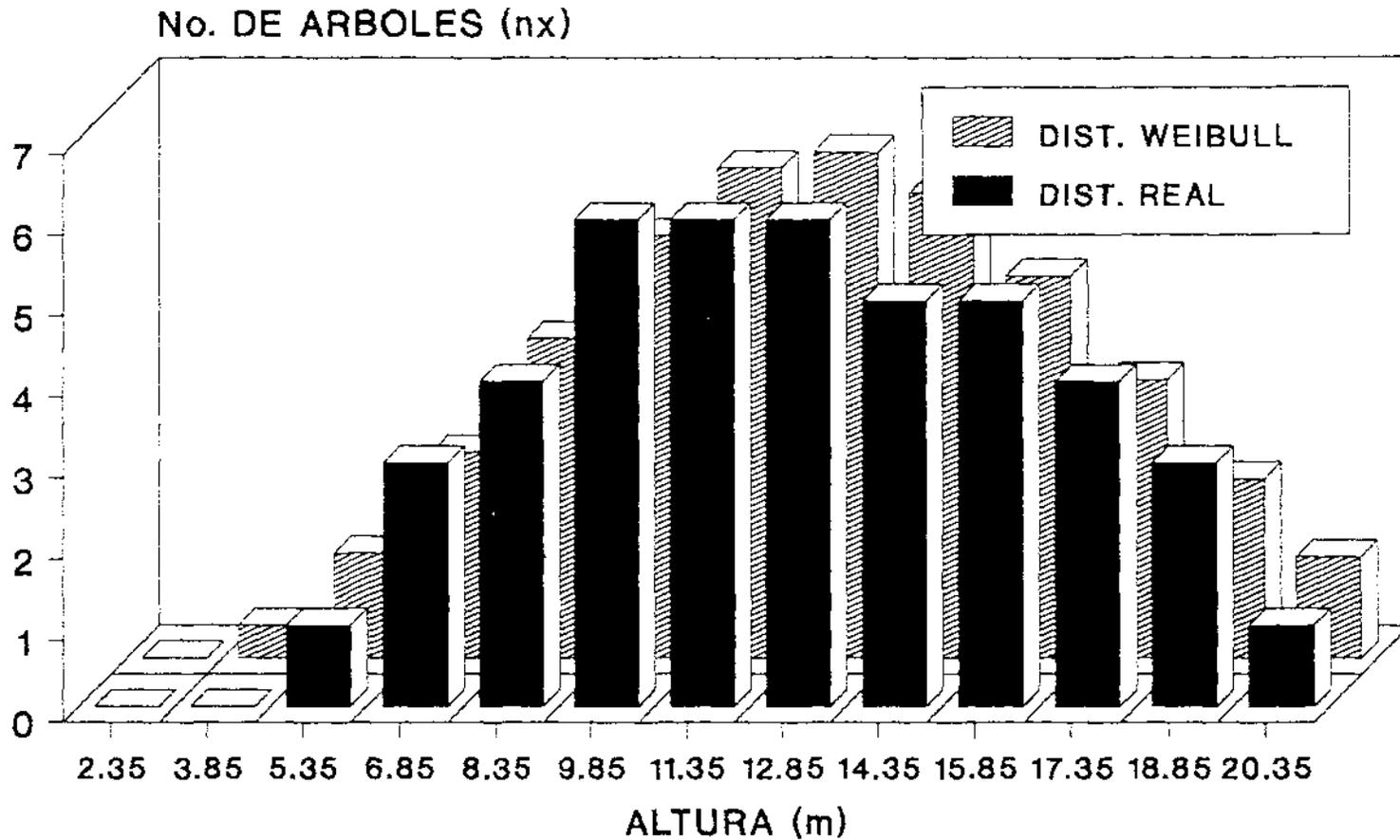


FIG27 Representación del número de árboles (nx) en comparación con la altura (h).

Eucalyptus tereticornis

PARCELA 2 ANTES ACLAREO

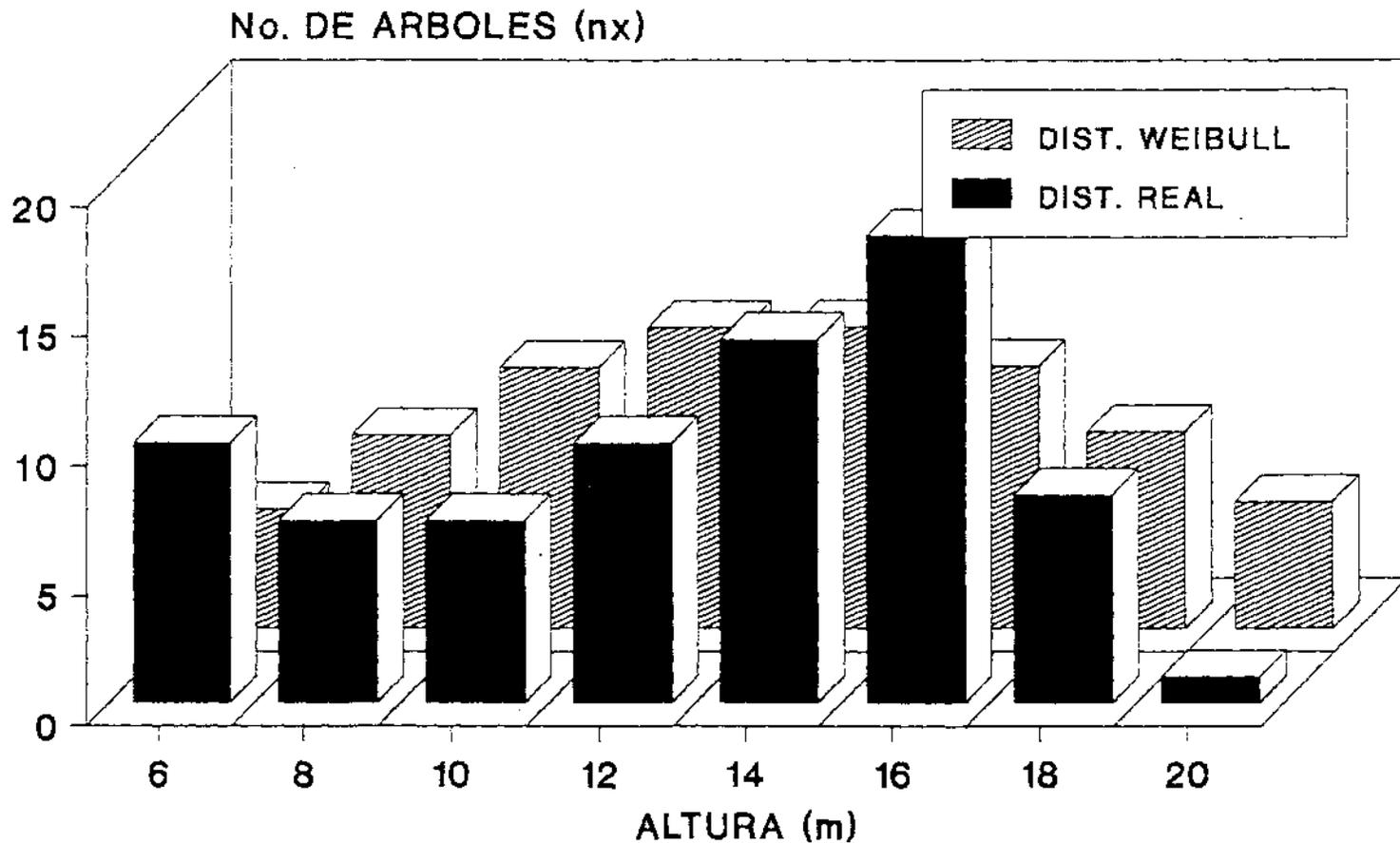


FIG28. Representación del número de árboles (nx) en comparación con la altura (h).

Eucalyptus tereticornis

PARCELA 2 DESPUES ACLAREO

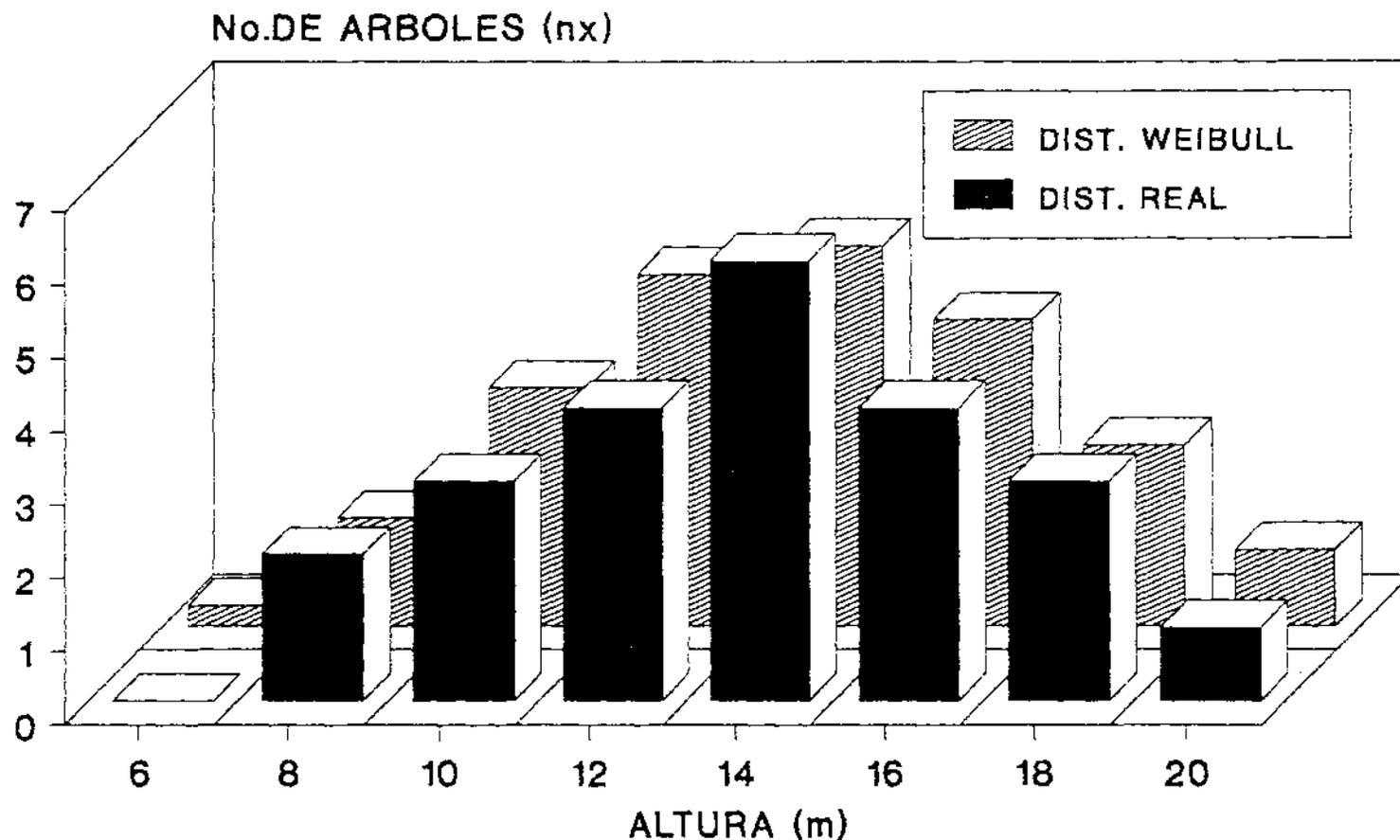


FIG.29. Representación del número de árboles (nx) en comparación con la altura (h).

Eucalyptus tereticornis

PARCELA 2 ACLAREO IDEAL

No. DE ARBOLES (nx)

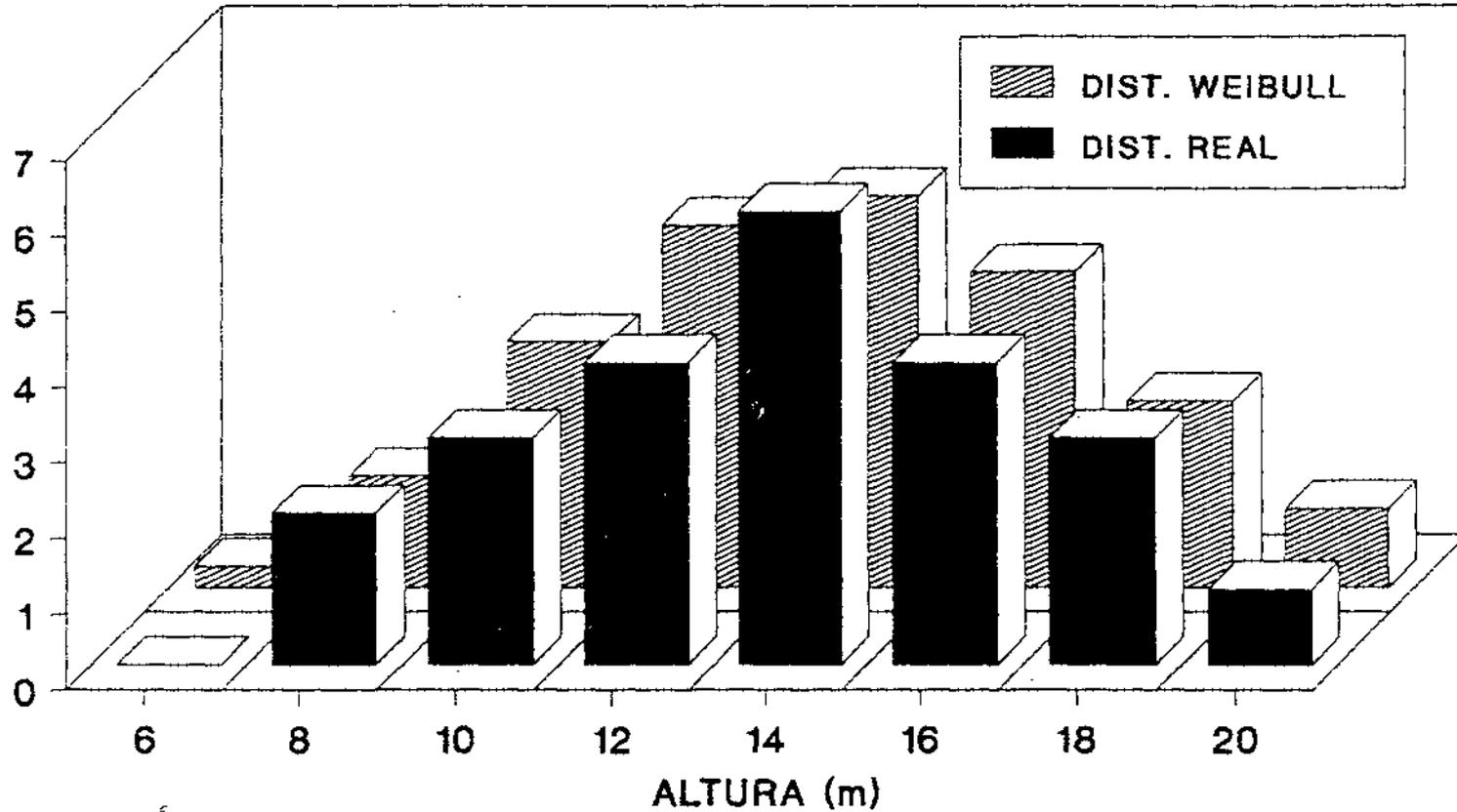


FIG.30 Representación del número de árboles (nx) en comparación con la altura (h).

Eucalyptus tereticornis

PARCELA 1 ANTES ACLAREO

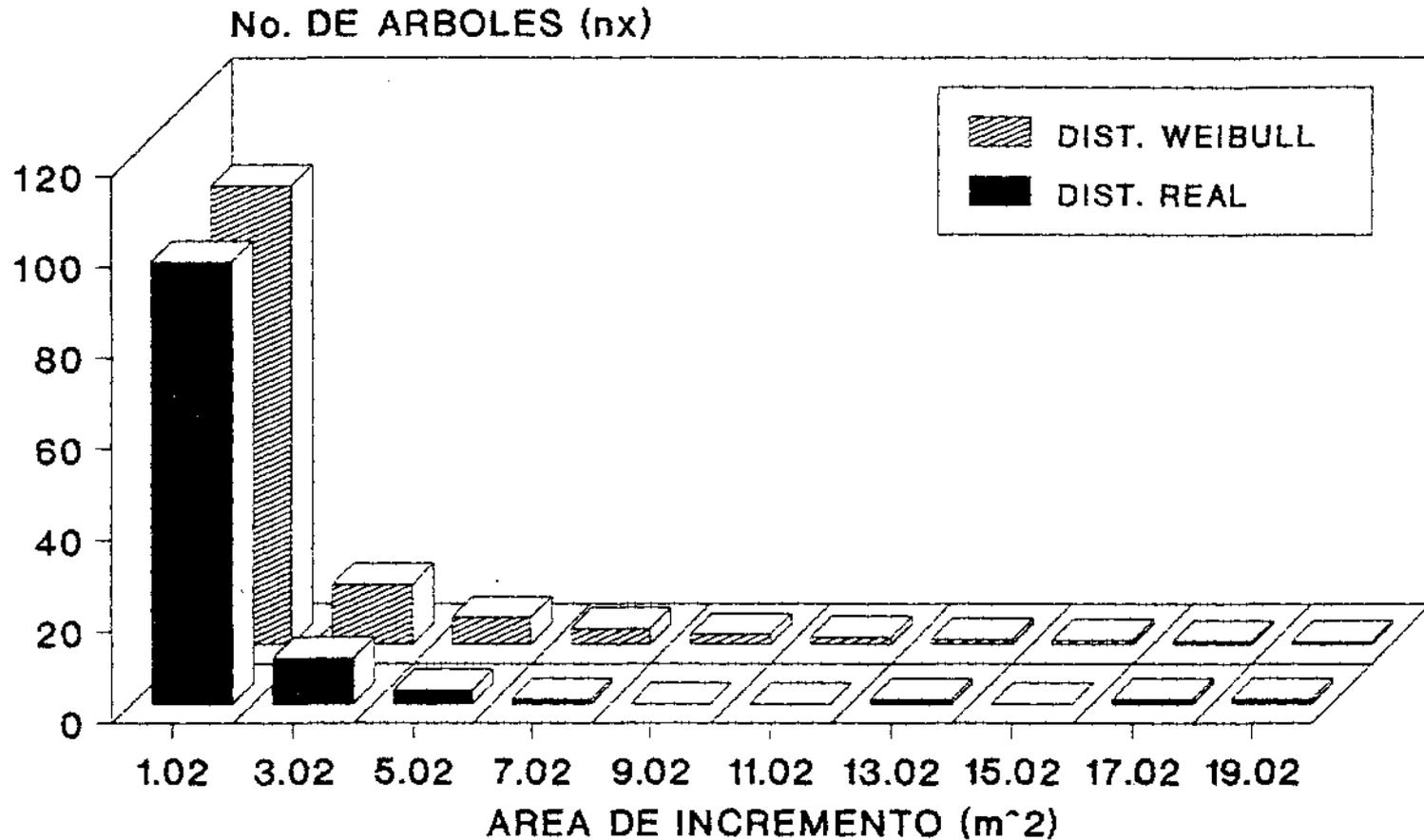


FIG.31 Representación del número de árboles (nx) en comparación con el área de incremento (inc).

Eucalyptus tereticornis

PARCELA 1 DESPUES ACLAREO

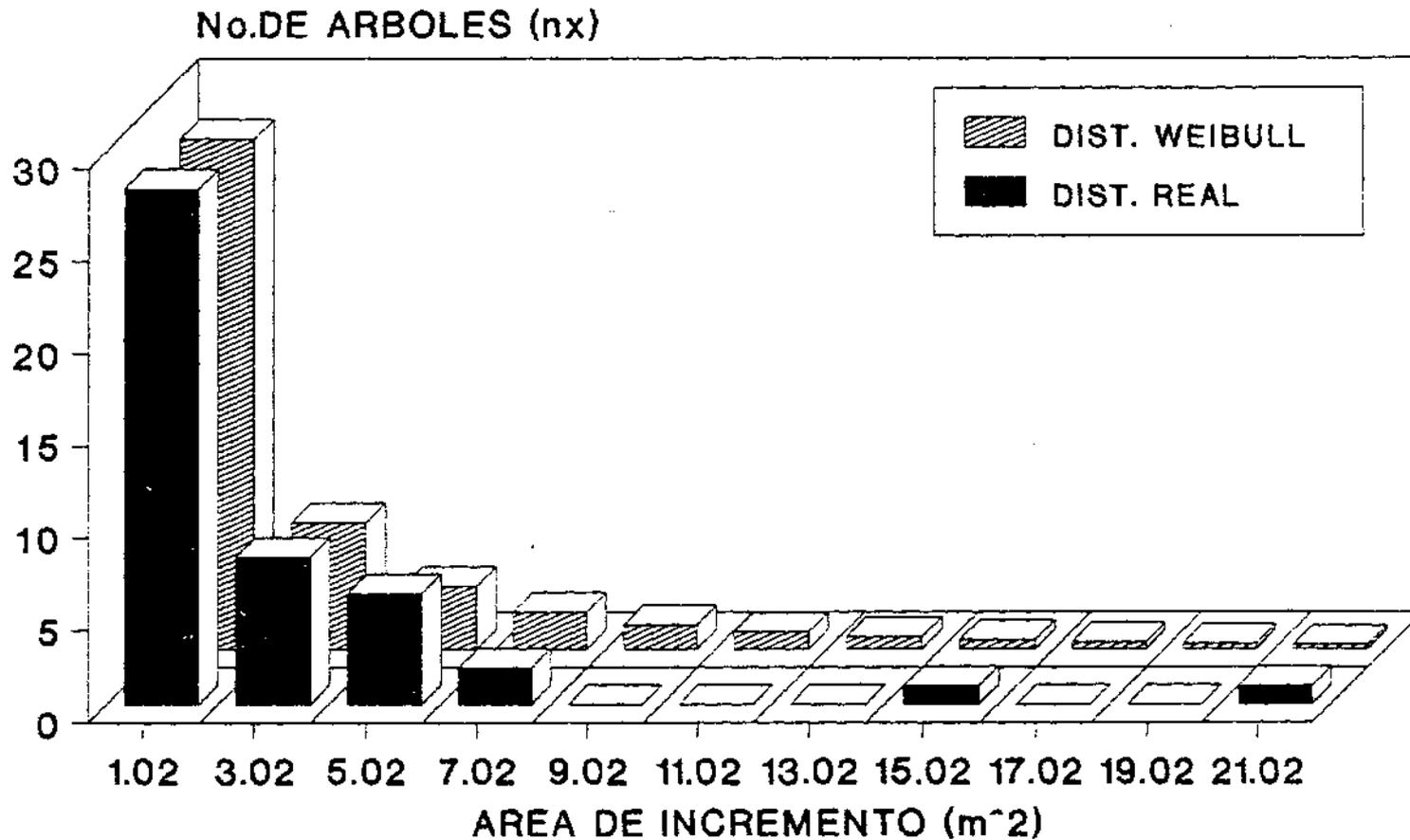


FIG.32.Representación del número de árboles (nx) en comparación con el área de incremento (inc).

Eucaplytus tereticornis

PARCELA 1 ACLAREO IDEAL

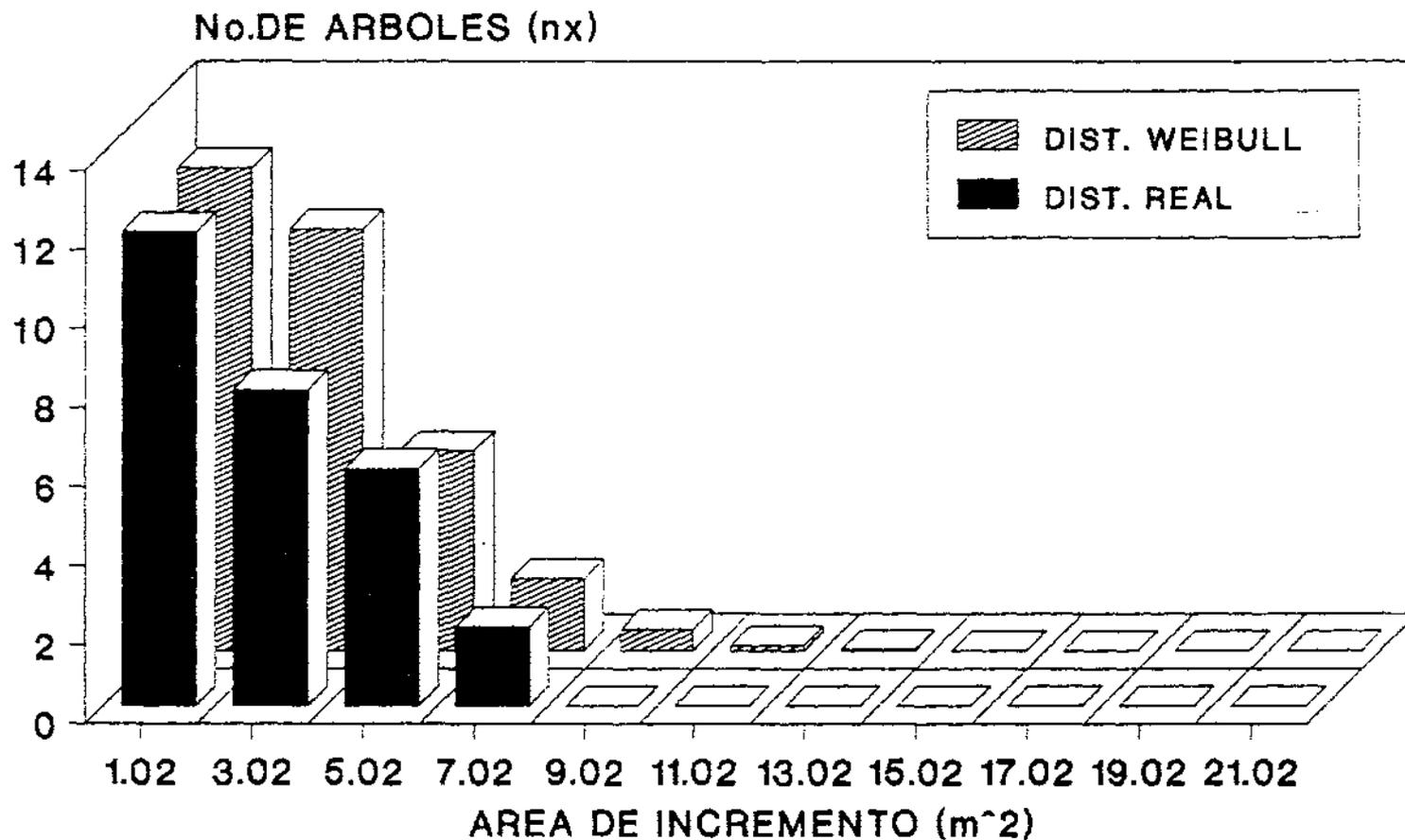


FIG33. Representación del número de árboles (nx) en comparación con el área de incremento (inc).

Eucalyptus tereticornis

PARCELA 2 ANTES ACLAREO

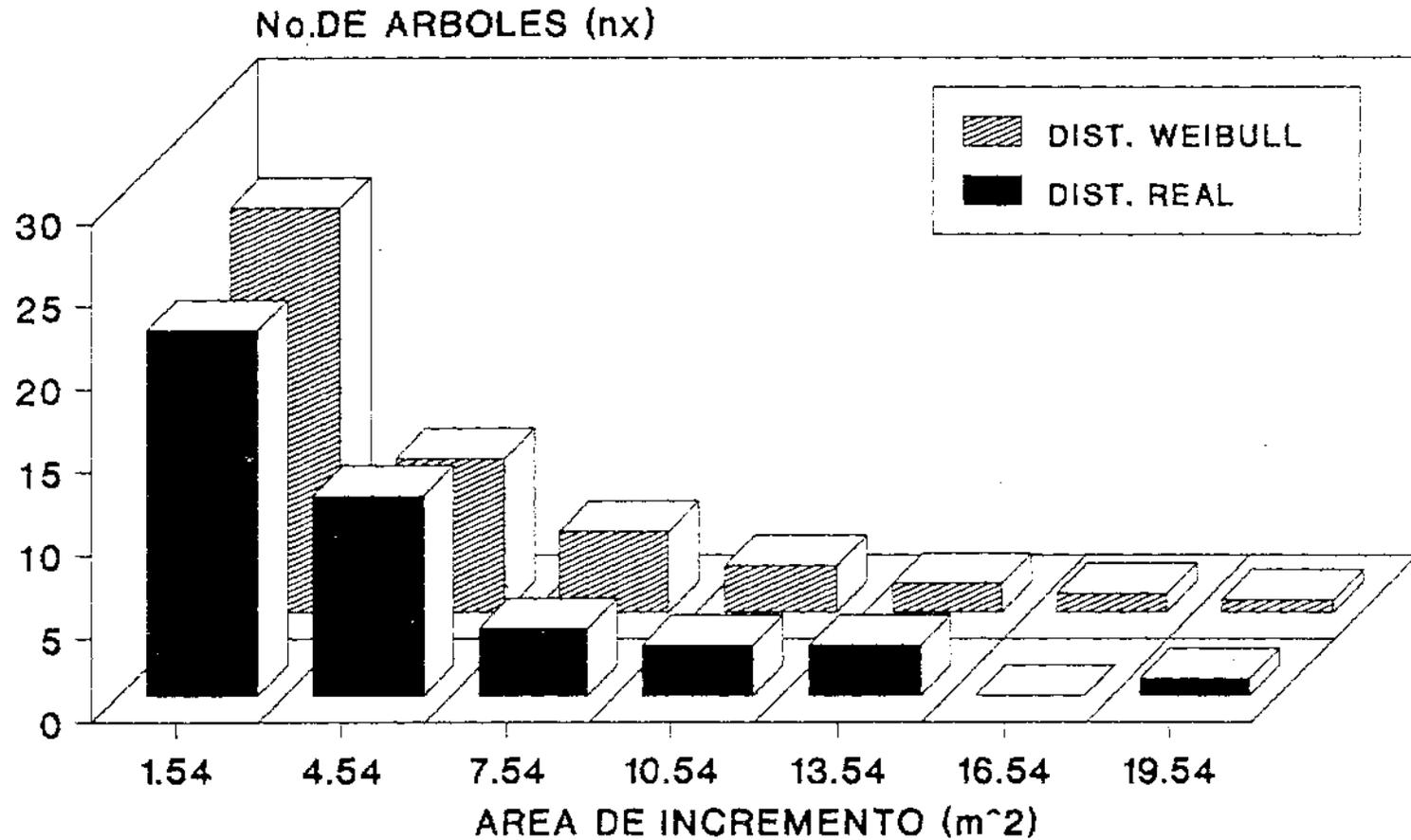


FIG.34 Representación del número de árboles (nx) en comparación con el área de incremento (inc).

Eucalyptus tereticornis

PARCELA 2 DESPUES ACLAREO

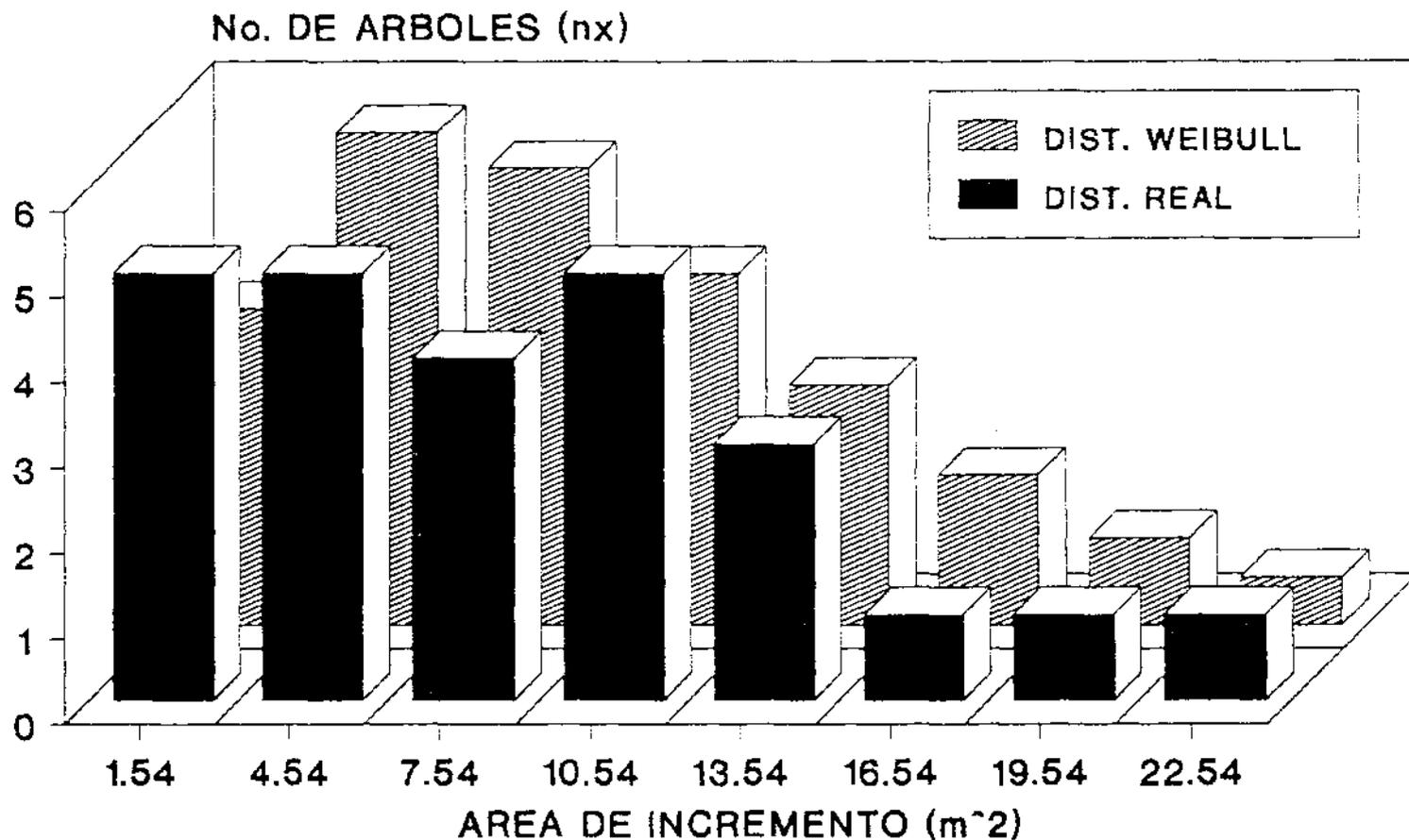


FIG.35. Representación del número de árboles (nx) en comparación con el área de incremento (inc).

Eucalyptus tereticornis

PARCELA 2 ACLAREO IDEAL

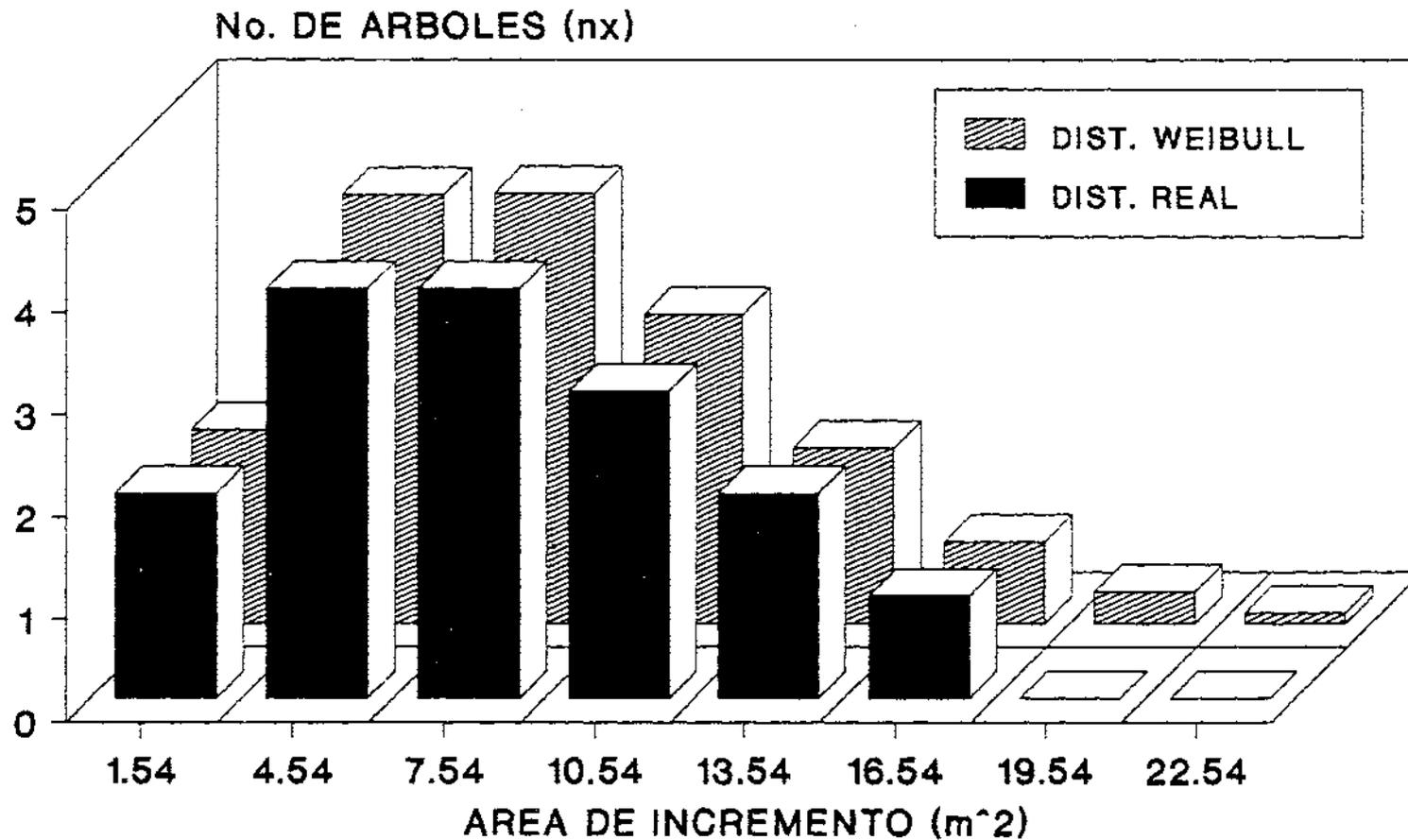


FIG.36. Representación del número de árboles (nx) en comparación con el área de incremento (inc).

Eucalyptus tereticornis

PARCELA 1 DIAMETRO

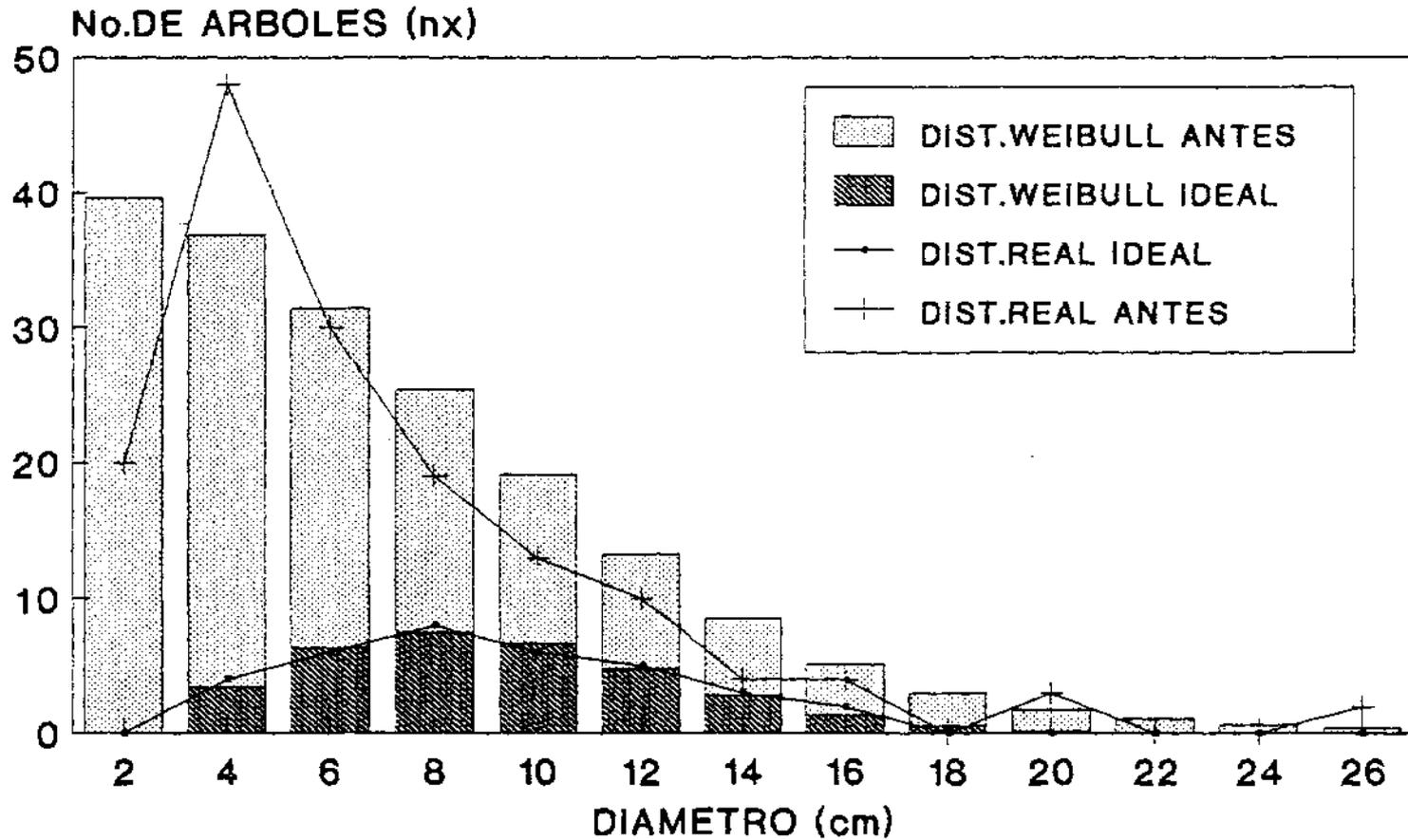


FIG.37. Comportamiento de las distribuciones Real y Weibull antes de aclareo y después de un aclareo ideal.

Eucalyptus tereticornis

PARCELA 2 DIAMETRO

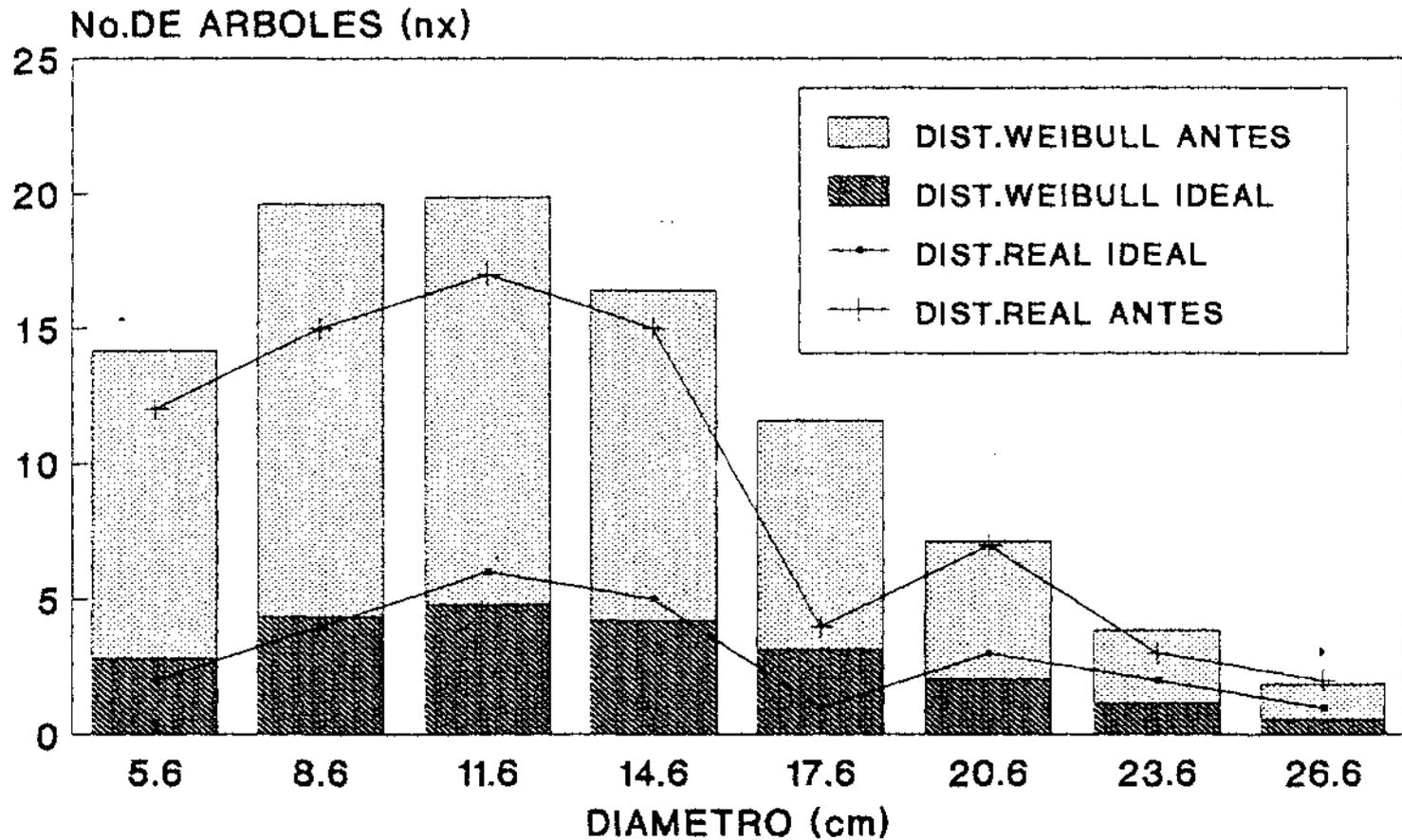


FIG.38 Comportamiento de las distribuciones Real y Weibull antes de aclareo y después de un aclareo ideal.

Eucalyptus tereticornis

PARCELA 1 ALTURA

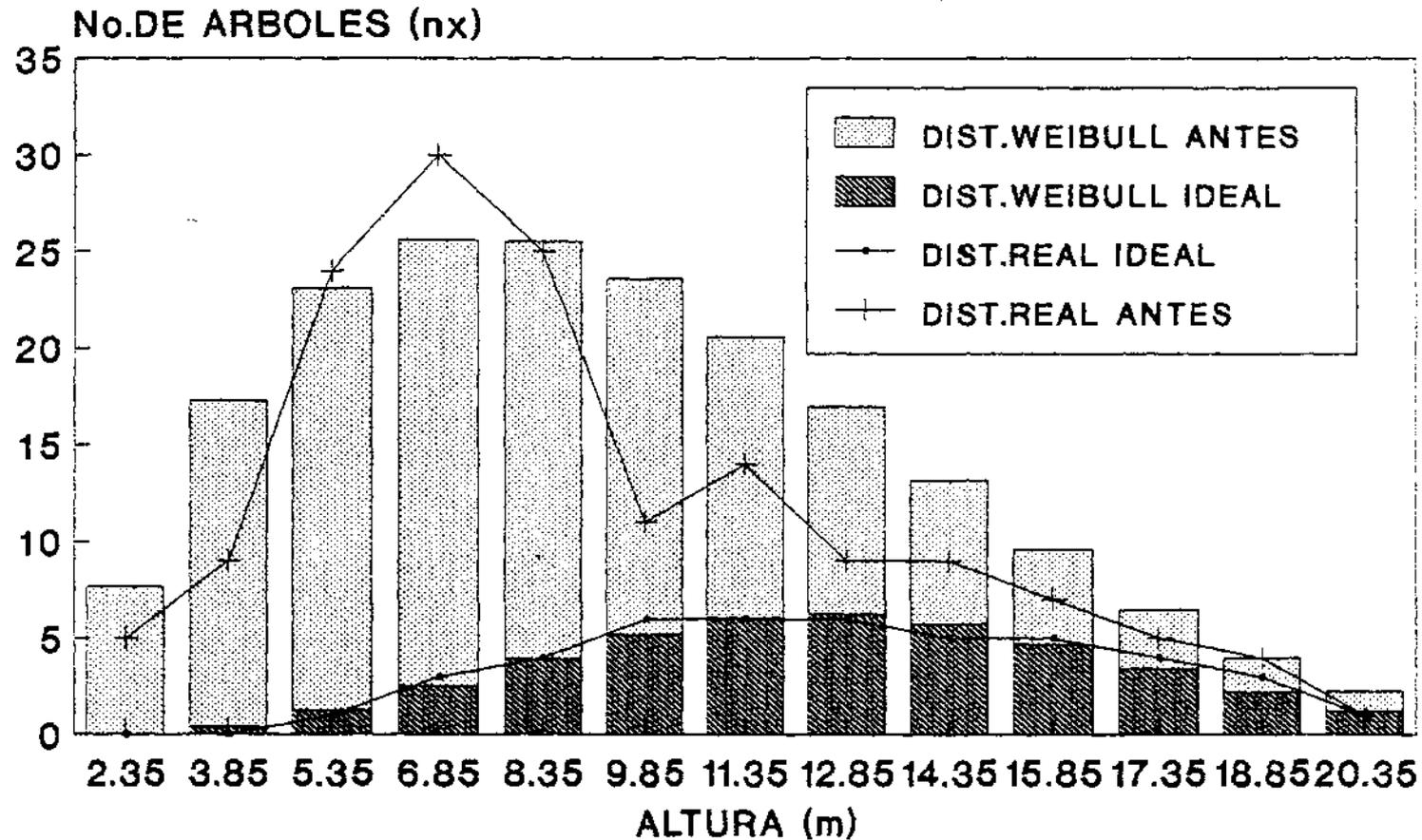


FIG.39. Comportamiento de las distribuciones Real y Weibull antes de aclareo y después de un aclareo ideal.

Eucalyptus tereticornis

PARCELA 2 ALTURA

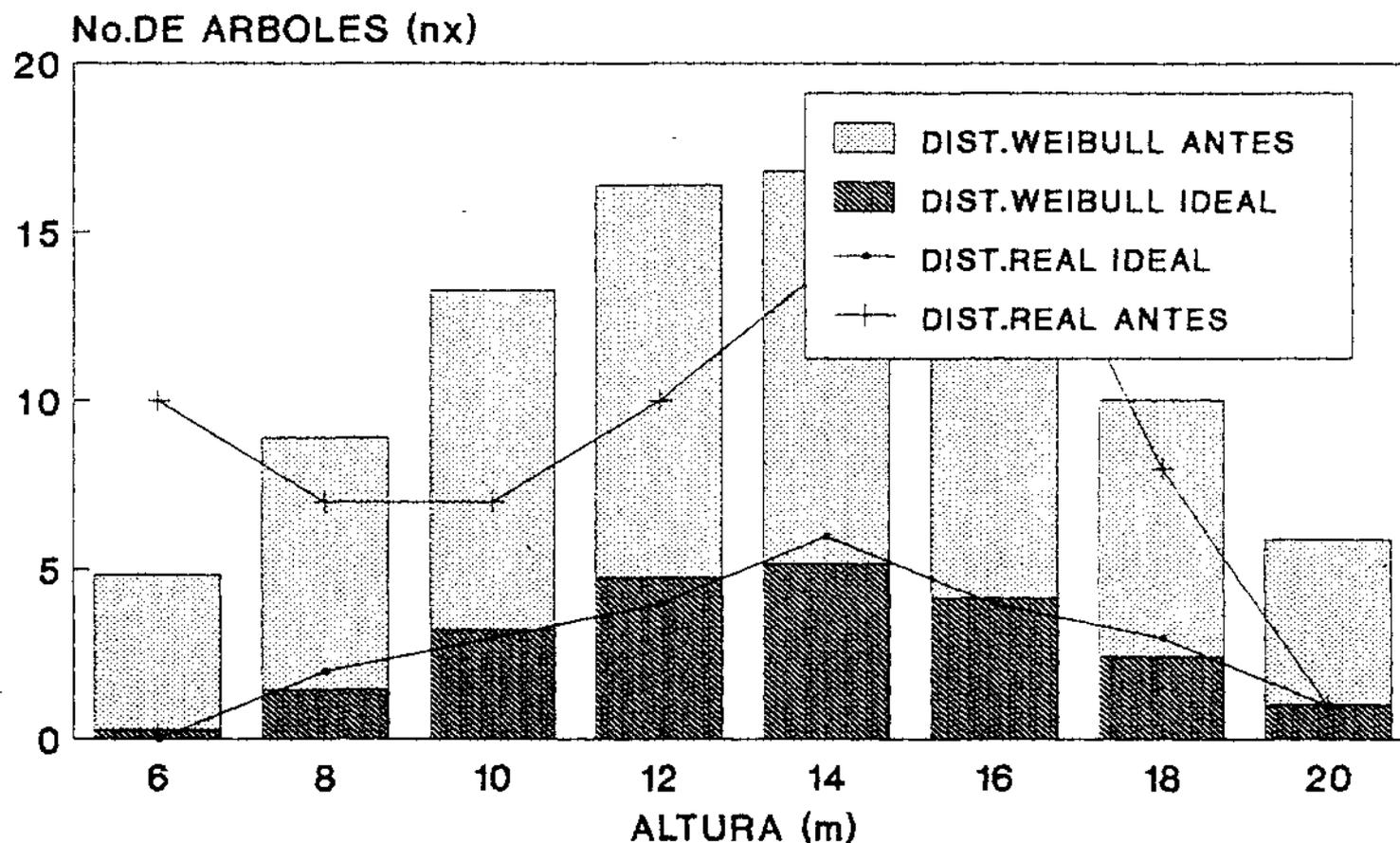


FIG.40 Comportamiento de las distribuciones Real y Weibull antes de aclareo y después de un aclareo ideal.

Eucalyptus tereticornis

PARCELA 1 AREA DE INCREMENTO

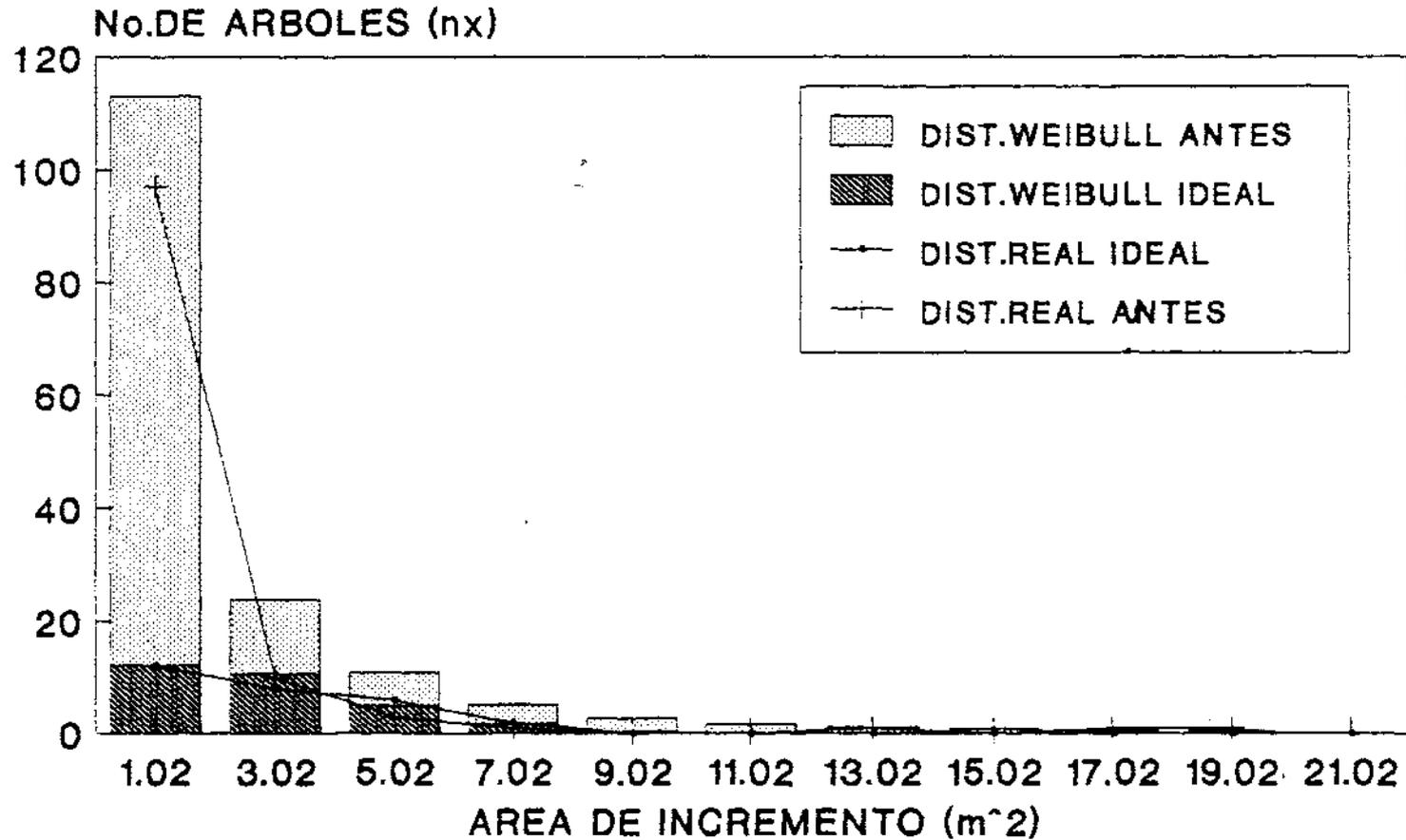


FIG.41. Comportamiento de las distribuciones Real y Weibull antes de aclareo y después de un aclareo ideal.

Eucalyptus tereticornis

PARCELA 2 AREA DE INCREMENTO

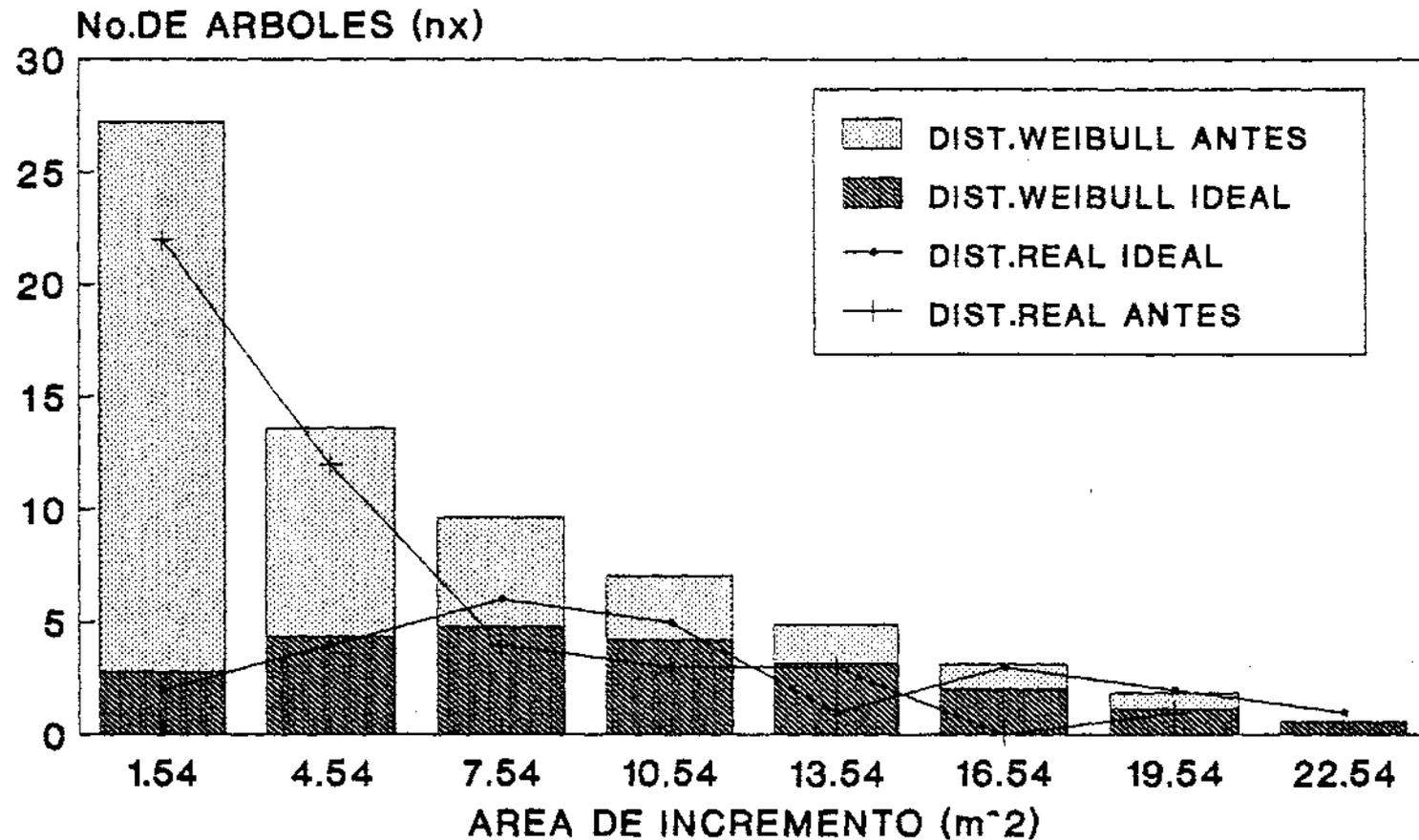


FIG.42 Comportamiento de las distribuciones Real y Weibull antes de aclareo y después de un aclareo ideal.

C O N C L U S I O N E S

1.- No siempre los métodos de aclareo clásicos trabajan en beneficio de la estabilidad y buena estructura del rodal, como se demostró al analizar la distribución de los parámetros (altura, diámetro y área de incremento individual) después de simular un aclareo libre.

2.- La distribución de Weibull como herramienta de trabajo resultó ser sumamente útil, ya que con ella se pudo analizar la dispersión de varios parámetros en los rodales. También es una herramienta de apoyo para la simulación teórica y práctica de los aclareos.

3.- El estado silvícola de las parcelas o rodales puede ser analizado en forma rápida y práctica mediante el método de muestreo aleatorio al sexto árbol, pues en pequeñas superficies se pueden tomar varios datos del arbolado.

4.- El diámetro fue seleccionado como índice de aclareo debido a que mostró mejor ajuste a la distribución de Weibull, pues se observó con una distribución más regular. Aunque cabe señalar que también la distribución de altura se comportó en forma regular en la parcela 2.

RECOMENDACIONES

1.- Siempre que sea posible debe hacerse una simulación antes de llevar a la práctica un aclareo para conocer el comportamiento de la masa antes y después de la intervención.

2.- Como puede apreciarse en la figura 8, la productividad (índice de sitio) en estos terrenos es bastante buena; si se compara con la productividad de esta especie en Morelia, Michoacán o aún con la de otros países, ya que resultó bastante significativa y se recomienda un uso más intensivo en esta zona de dicha especie.

3.- Es necesario practicar los aclareos en el momento oportuno.

4.- Debe valuarse que tan eficiente puede ser en las condiciones silvícolas de los bosques mexicanos el método de muestreo aleatorio al sexto árbol, pues algunos autores citan que en pequeñas superficies del rodal hace posible la toma representativa de datos, mientras que otros mencionan que es de fácil aplicación para el cálculo del área basal y por otra parte otros autores nos dicen que con él se puede trabajar relativamente rápido.

B I B L I O G R A F I A

- 1.- AGUIRRE, C.O.A., 1989.
Ausstellung von ertragstabeln auf der basis einmaliger waldaufnahmen am beispiel von Pinus pseudostrabus Lindl. Im nordosten mexicos. Tesis Dissertation zur erlangung des Doktorgrades des Forstwissenschaftlichen Fachbereich der Georg-August-Universität Göttingen. 107 pp.
- 2.- ALFONSO, M., y FLORES, A. 1980.
Algunas sugerencias sobre aclareos en masas naturales. Ciencia Forestal. Vol. 6 (30), p. 52-64. México.
- 3.- CANDO, C.J., 1988.
El sistema de manejo regular en los bosques de México. Universidad Autónoma de Chapingo. p. 221. México.
- 4.- CRUZ, A., 1978.
Aclareos en plantaciones. Memorias de la primera reunión nacional sobre Plantaciones Forestales. Pub. Esp. No. 13, INIF. P. 307-318. México.
- 5.- DANIEL, HELMS y BAKER, 1982.
Principios de Silvicultura. Ed. McGraw-Hill: p. 492. México.
- 6.- FAO, 1981.
El eucalipto en la repoblación forestal. Segunda edición. Colección FAO Montes. Serie No. 11. p. 723. Roma.
- 7.- FLORES, L.L.M., 1986.
Perspectivas para una reforestación e implantación de cortinas protectoras en zonas aledañas a la Facultad de Agricultura de la U. de G.
Tesis de licenciatura. Facultad de Agronomía, U. de G. p. 73. México.
- 8.- GALLEGOS, R. 1987.
Zur bestandesstruktur und bestandesbehandlung in kiefernjungbeständen (AUF UF M2-UND UM-22 Standorten). Dipl-Arbeit Techn. Univ. Dresden. Sekt Forstwirtsch. Tharandt. p. 58. Alemania.

- 9.- GALLEGOS, R., 1988.
Estudio preliminar para determinar la densidad de plantación -método Nelder- con Pinus michoacana var. cornuta Mtz. en el Bosque-Escuela.
Tesis de licenciatura. Facultad de Agronomía, U. de G. p. 50. México.
- 10.- GEROLD, D., 1988.
Beschreibung der Durchmesserstruktur und ihrer Entwicklung mit Hilfe der Weibullverteilung.
In Wissenschaftliche Zeitschrift Der Technischen Universität Dresden. Heft. Jahrgang 37. p. 221-227.
Alemania.
- 11.- HAWLEY, R.C. y SMITH, P.M., 1982.
Silvicultura práctica.
Ed. Omega, S.A. p. 544.
Barcelona.
- 12.- JARDEL, J.E., 1986.
Efecto de la explotación forestal en la estructura y regeneración del bosque de coníferas de la vertiente oriental del cofre del Perote.
Tesis M.C. Instituto Nacional de Investigación sobre Recursos Bióticos. p. 66.
Jalapa, Ver.
- 13.- JASSO, J. y VILLARREAL, R., 1978.
Necesidad de la investigación sobre mejoramiento genético para las plantaciones forestales en México.
Memorias de la Primera Reunión Nacional sobre Plantaciones Forestales. Pub. Esp. No. 13. INIF. p. 14-21.
México.
- 14.- KLEPAC, D. 1983.
Crecimiento e incremento de árboles y masas forestales.
Universidad Autónoma de Chapingo. p. 365.
México.
- 15.- MAGNUSSEN, ST.
Diameter Distributions in Picea Abies Described by the Weibull Model, Scandinav.
Journ of Forest Res. p. 493-502.
Stockholm.
- 16.- MANGIERI, R.H. y DIMITRI, J.M. 1958.
Los Eucalyptus en la silvicultura.
Ed. ACME. p. 226.)
Buenos Aires, Argentina.
- 17.- MARSCH, M. 1985.
Stabilität von Einzelbäumen und Beständen gegenüber abiotischen Schadfaktor Sutrn.
Manuskript (Unveröff).

- 18.- MARTINEZ, A.A. y HERNANDEZ, A.J., 1981.
Informe sobre el ensayo de la plantación con Eucalyptus tereticornis (Primera parte).
Informe de investigación del Instituto de Madera, Celulosa y Papel de la Universidad de Guadalajara. p. 5.
Inédito.
- 19.- MAS, P.J., et.al., 1985.
Evaluación de plantaciones forestales para la proyección del manejo silvícola.
Memoria de la Tercera Reunión Nacional sobre Plantaciones Forestales.
Pub. Esp. No. 48. INIF. p. 832-842.
México.
- 20.- MENDOZA, B.M.A., 1983.
Conceptos básicos de manejo forestal.
Universidad Autónoma de Chapingo. p. 118.
México.
- 21.- Mc GAUGHEY y GREGERSEN, 1983.
El desarrollo forestal en América Latina.
Banco Internacional de Desarrollo. p. 235.
Washington, D.C.
- 22.- MORENO y ALVAREZ, 1979.
Estadística básica. Facultad de Agricultura, U. de G. p. 182.
México.
- 23.- OSTLE BERNAR, 1981.
Est. Aplicada. Ed. Limusa. p. 58-61.
México.
- 24.- PHORIS, H., 1985.
Principios para la forestación y manejo de los rodales de pino en el proyecto Bosque-Escuela. Inédito.
- 25.- PRADO, D., 1989.
Eucalyptus In: Principios de silvicultura y manejo.
Instituto Forestal Chile, C.F.P.
Santiago, Chile.
- 26.- SAMEK, V., 1967.
Elementos de silvicultura de los bosques latifolios Ciencia y Técnica.
Instituto Cubano del Libro. p. 96-99.
La Habana, Cuba.
- 27.- SCHONAU, U.D.G. y J. CDETZEE., 1988.
Initial Spacing, Stand Density and thin in Eucalypt Plantations.
In: Actas Simposio Manejo Silvícola del Género Eucalyptus.
Corporación de Fomento de la Producción. Instituto Forestal, XV. p. 20. Viña del Mar, Chile.

- 28.- STORM, R.
Wahrscheinlichkeitsrechnung mathematische Statistik und
Statistische Dualitäts Kontrolle. p. 68-69.
Leipzig 1986.
- 29.- THOMASIIUS, H., 1978.
Waldbau 8/9. Lehrbriet für das Hochschulestudium Forst-
ingenieurwesen.
- 30.- THOMASIIUS, BUTTER UN MARSCH, 1986.
Massnanment zur Stabilisierung von Fichtenforsten gegenüber
Schnee-und Sturmschäden. Preprint Beitrag zum 18.
Weltkongressder IUFRO p. 7-24. Sep. in Ljubljansa.
Jugoslaven.
- 31.- VICENT y LUKE, 1986.
Informe técnico sobre el proyecto de aclareo a realizar en
las plantaciones experimentales de Teca en la unidad 1 de la
Reserva Forestal de Caparo.
Universidad de los Andes. Facultad de Ciencias Forestales.
Centro de Estudios Forestales de Postgrado. 15 pág.
Costa Rica.

DATOS SILVICULTURALES PARCELA 1 ANTES DEL ACLAREO

Arbol	Diametro	Alfura	Area Basal	Volumen	Distancia		Area de incre- mento individual	Radio
Nº	mts.	mts.	mts. ²	mts. ³	X mts.	Y mts.	mts. ²	mts.
65	0.192	16.00	0.02895292	0.3150078	4.90	0.65		
66	0.036	6.25	0.001017876	0.004325937	4.79	1.70	0.1084775	0.1858211
67	0.028	5.50	0.0006157523	0.002302914	4.80	2.70	0.3421986	0.3300383
68	0.046	8.25	0.001661903	0.009323275	4.82	3.75	0.4614442	0.3832524
69	0.062	9.00	0.003019071	0.01847671	4.85	4.75	1.059118	0.5806273
70	0.038	7.25	0.001134115	0.005591187	4.84	5.75	0.9738428	0.5567621
71	0.017	4.50	0.0002269801	0.0006945592	4.85	6.75	0.2796013	0.2983286
72	0.010	1.70	0.00007853983	0.00009079203	4.85	7.74	0.02215014	0.08396793
73	0.041	8.50	0.001320255	0.007631071	4.87	8.80	0.3067899	0.312497
74	0.033	5.75	0.0008552987	0.003344218	4.88	9.82	0.3041571	0.3111532
75	0.026	5.00	0.0005309293	0.00180516	4.85	10.81	0.3715803	0.3439154
76	0.060	9.75	0.002827434	0.01874588	4.90	11.77	1.091892	0.5895425
77	0.092	14.00	0.006647611	0.06328526	4.94	12.75	1.763926	0.7493168
78	0.036	6.25	0.001017876	0.004325973	4.94	13.84	0.1983028	0.2512405
79	0.010	1.60	0.00007853983	0.00008545132	5.00	14.83	0.0349487	0.06554049
80	0.089	12.25	0.00622114	0.05182209	4.95	15.83		