

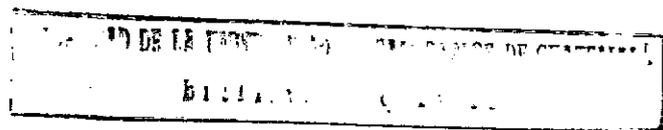
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

" ESTUDIO DE CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE Pinus oocarpa
Schiede, EN SAN JOSE LA ARADA, CHIQUIMULA "



EN EL GRADO ACADEMICO DE
LICENCIADO EN CIENCIAS AGRONOMICAS

GUATEMALA, JULIO DE 1987



DL
01
T(1016)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

R E C T O R

LIC. RODERICO SEGURA TRUJILLO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr. Aníbal Martínez
VOCAL I	Ing. Agr. Gustavo Méndez
VOCAL II	Ing. Agr. Jorge Sandoval
VOCAL III	Ing. Agr. Mario Melgar
VOCAL IV	Br. Luis Molina Monterroso
VOCAL V	T. U. Carlos Méndez Mijangos
SECRETARIO	Ing. Agr. Rolando Lara Alecio

Guatemala, 15 de julio 1987

Ingeniero
Anibal Martínez
Decano Facultad de Agronomía
Presente.

Señor Decano:

Tengo el agrado de informarle que he asesorado al Bachiller HUGO RONALDO VILLAFUERTE, en la realización de su trabajo de tesis titulado: "ESTUDIO DE CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE Pinus oocarpa Schiede, EN JOSE LA ARADA, CHIQUIMULA"; dicho trabajo llena los requisitos para ser presentado y discutido en el Examen General Público del autor, previo a que le sea otorgado el título de Ingeniero Agrónomo.

Además, el mencionado trabajo de investigación, que se desarrolló como parte del programa de investigaciones en Recursos Naturales Renovables, tiene aspectos meritorios que contribuyen al avance de la investigación a nivel nacional en este importante sector.

Por lo anterior, recomiendo que esta investigación sea aprobada como informe de tesis.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"



Ing. Agr. Luis A. Castañeda A.
Asesor de Tesis.



Referencia _____
Asunto _____

FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

20 de julio de 1987

Ingeniero
Anibal B. Martínez
Decano Facultad de Agronomía
Presente

Señor Decano:

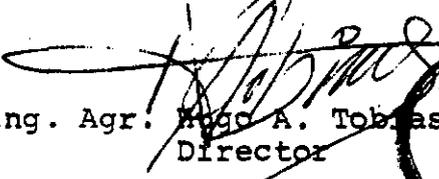
Por este medio informo a usted, que he revisado la tesis de grado del estudiante HUGO RONALDO VILLAFUERTE VILLEDA, quien se identifica con el carnet No. 80-10097, titulada: "ESTUDIO DE CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE Pinus oocarpa Schiede, EN SAN JOSE LA ARADA, CHIQUIMULA", la cual se ajusta a las normas establecidas por la Facultad de Agronomía para estos trabajos.

Sin otro particular, me es grato suscribirme de usted,

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

Ing. Agr.  Hugo A. Tobias
Director



HATV/tdev.

Guatemala, Julio de 1987

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA

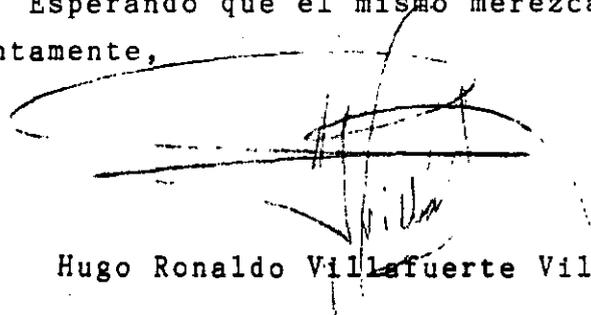
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

De conformidad a las Normas Establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a consideración de ustedes el trabajo de tesis titulado:

"ESTUDIO DE CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE
Pinus oocarpa Schiede, EN SAN JOSE LA
ARADA, CHIQUIMULA".

Presentado como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Esperando que el mismo merezca su aprobación, atentamente,



Hugo Ronaldo Villafuerte Villeda

ACTO QUE DEDICO

A DIOS Y A SU MAYOR GLORIA

- A MIS PADRES: Quiénes con sus esfuerzos, estímulos y formación moral han logrado mi superación.
- A MIS HERMANOS
Y CUÑADOS: Con quienes comparto la alegría y la esperanza de un mejor futuro.
- A MIS TIOS: Por su participación en el logro de mis objetivos.
- A MIS SOBRINOS
Y PRIMOS: Con especial afecto y cariño.
- A MIS AMIGOS: Con quienes quiero compartir este triunfo.

TESIS QUE DEDICO

- A: MI PATRIA GUATEMALA
- A: FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.
- A: SUB-REGION VII-3 DEL INSTITUTO NACIONAL FORESTAL.

AGRADECIMIENTO

Agrádezco a mis compañeros universitarios en especial a los que forman la Primera Promoción de Ingenieros Agrónomos en Recursos Naturales Renovables, por el gusto de compartir varios años de estudio y por la cooperación recibida en el logro de un objetivo común.

A los Ings.Agrs. Luis Alberto Castañeda y Luis Ortíz por la revisión y apoyo recibido en el presente trabajo de tesis.

Al personal técnico y de campo de la Sub-Región VII-3 de INAFOR; por su colaboración en la presente tesis.

A las Sritas. Maribel de María Roque y María Esther Morales por el desarrollo de la labor mecanográfica.

A Ing. Sergio Ramos y Br. Edgar Roldán, por la elaboración de las distintas gráficas.

INDICE GENERAL

	PAG.
INDICE DE CUADROS	i
INDICE DE FIGURAS	ii
LISTADO DE ABREVIATURAS	iii
RESUMEN	iv
I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVOS	2
1. Generales	2
2. Específicos	2
III. REVISION DE LITERATURA	2
1. Crecimiento de los Arboles	2
2. Indice de Sitio.	4
2.1 Factores ambientales	5
a. Profundidad del Suelo	5
b. Textura	5
c. Materia Orgánica	5
d. Estructura	6
e. Porosidad Total	6
f. Aireación del suelo	6
g. Agua del Suelo	7
h. Reacción del suelo	7
i. Nutrientes	7
j. Pendiente	9
k. Porcentaje de piedras en el perfil del suelo.	9
1. Clima.	9
2.2 Factores de la Especie	12
a. Altura dominante	12
b. Edad de los árboles	13
c. Curvas de Indice de Sitio	15
d. Análisis del Fuste	15
e. Relaciones Alométricas.	16
3. Parcelas Permanentes.	17

	PAG.
IV. METODOLOGIA	18
1. Ubicación y Localización del área en estudio	18
2. Características Generales del área en estudio.	19
2.1 Origen del Bosque	21
2.2 Incendios Forestales	21
2.3 Talas	21
2.4 Suelos	22
2.5 Zona de Vida	23
2.6 Clima	24
3. Establecimiento de Parcelas de Medición.	27
3.1 Tamaño	27
3.2 Distribución	27
4. Variables Evaluadas	29
4.1 En las Parcelas	29
4.1.1 Conteo de Arboles	29
4.1.2 Medición de Diámetro (dap)	29
4.1.3 Altura Total	30
4.1.4 Variables Cualitativas	30
4.2 En Arboles Tumbados	30
4.2.1 Altura Total	31
4.2.2 Conteo de anillos y cálculo de Edad	32
4.2.3 Clases Diamétricas	32
4.3 Variables Derivadas.	32
4.3.1 Area Basal	32
4.3.2 Volúmen Total	33
4.3.3 Crecimiento e Incremento	34
4.3.4 Factor Mórfico	35
V. RESULTADOS Y DISCUSION	36
1. Situación del Bosque	36
1.1 Densidad, dap, altura, area basal y volúmen.	36
1.2 Estadísticas de las Variables Analizadas	42
1.3 Características Cualitativas	45

2. Relaciones Individuales entre Variables de Arboles Tumbados.	48
2.1 Relación dap-altura	50
2.2 Relación dap-volumen real	50
2.3 Relación Altura-volumen	51
2.4 Relación area basal-altura	53
2.5 Relación area basal-volumen	53
2.6 Relación edad-diámetro	56
2.7 Relación edad-area basal	56
2.8 Relación edad-volumen	57
2.9 Relación edad-altura	59
3. Incremento	61
3.1 Incremento en diámetro	63
3.2 Incremento en área basal	66
3.3 Incremento en altura	68
3.4 Incremento en volumen	70
4. Análisis del Fuste	72
5. Factor Mórfico	74
VI. CONCLUSIONES	76
VII. RECOMENDACIONES	78
VIII. BIBLIOGRAFIA	79
IX. ANEXOS	81

INDICE DE CUADROS

	Pag.
1. Ubicación de las parcelas en relación al Km 15.5 tomado como punto de referencia.	19
2. Datos de Densidad, dap, área basal, Altura total y volumen de las parcelas experimentales.	36
3. Distribución del Número de árboles (n) y volumen (v) por clase diamétrica y por parcela.	38
4. Estadísticas para dap, área basal total y volumen total por parcela.	43
5. Características cualitativas evaluadas en las parcelas (%).	46
6. Datos de dap, altura, volumen, edad y área Basal de árboles tumbados en las parcelas.	49
7. Resumen de los Modelos y Coeficientes para las Distintas relaciones.	55
8. Resumen de los Modelos y Coeficientes para las relaciones edad-dap, área-Basal, altura y volumen	61
9. Datos de Incremento en dap, altura, volumen y área basal de los árboles tumbados en las parcelas.	62
10. Promedio de las Variables utilizadas en el análisis fustal.	73

INDICE DE FIGURAS

	Pag.
1. Tendencias del crecimiento en circunferencia y de varios elementos climáticos en períodos semestrales. Tomado de Lojan (15).	11
2. Ubicación de área de Estudio en el país, en el departamento de Chiquimula y en el municipio - de San José La Arada.	20
3. Ubicación del área en estudio.	25
4. Localización y Distribución de las parcelas - en estudio.	26
5. Climadiagrama Estación Ipala.	28
6. Distribución del número de árboles/ha por clase Diamétrica.	40
7. Distribución del Volúmen/ha por clase diamétrica.	41
8. Relación Diámetro-Altura, Volúmen.	52
9. Relación Altura-Volúmen.	54
10. Relación Edad-Diámetro, Area Basal	58
11. Relación Edad-Altura, Volúmen.	60
12. Incremento en Diámetro de <u>Pinus oocarpa</u> en las Parcelas Experimentales de San José La Arada, Chiquimula.	65
13. Incremento en Area Basal de <u>Pinus oocarpa</u> en - San José La Arada, Chiquimula.	67
14. Incremento en Altura de <u>Pinus oocarpa</u> en San - José La Arada, Chiquimula.	69
15. Incremento en Volúmen de <u>Pinus oocarpa</u> en San - José La Arada, Chiquimula.	71
16. Sección Longitudinal del Fuste promedio.	75

LISTADO DE ABREVIATURAS

ABREVIATURA	SIGNIFICADO
n	Número de árboles
dap	Diámetro de la altura del pecho (1.3,) con corteza
dapsc	Diámetro de la altura del pecho sin corteza.
g	Area basal a 1.3 m.
ha	Hectáreas/s
h	Altura del árbol
\bar{h}	Altura Promedio
v	Volúmen
vsc	Volúmen sin corteza
fr	Frecuencia Relativa
cv	Coefficiente de variación.

RESUMEN

En la presente investigación, se estudian las principales variables que están relacionadas con el crecimiento y rendimiento del bosque natural de Pinus oocarpa Schiede, propiedad de la municipalidad de San José La Arada, Chiquimula, Guatemala.

El bosque se localiza a $14^{\circ} 42'$ - $14^{\circ} 44'$ de latitud norte y $89^{\circ} 37'$ - $89^{\circ} 39'$ de longitud oeste a una altitud de 900 msnm dentro de la zona ecológica, bosque húmedo sub-tropical (templado).

Se realizó una evaluación de la calidad del sitio, considerando factores ambientales y cuantificando algunas características de los árboles tales como: la altura dominante y la edad; esto mediante el establecimiento de parcelas permanentes de muestreo que permitieron obtener una estimación del rendimiento potencial del área. Además se establecieron relaciones alométricas entre las variables medidas en los árboles, utilizando cinco modelos estadísticos de regresión, para determinar gráficamente el crecimiento e incremento. El trabajo de campo se desarrolló durante el segundo semestre de 1985.

Las cuantificaciones y observaciones efectuadas permitieron determinar una densidad promedio de 261 árboles/ha, con escaso sotobosque y baja regeneración natural, debido a la alta insidencia de incendios forestales en el área. Una estimación potencial de $107 \text{ m}^3/\text{ha}$ y un incremento en volumen de $1.78 \text{ m}^3/\text{ha/año}$. El incremento medio en dap con corteza es de 0.5291 cms/árbol/año, el incremento medio en área basal con

corteza es de 0.2233 m²/ha/año. El incremento medio en altura es de 0.2970 m/árbol/año.

En base a esta información puede afirmarse que el crecimiento y rendimiento del bosque es bajo; por lo que se debe estudiar la factibilidad de extraer la resina de los árboles, debido al bajo rendimiento en madera y a la presencia de roya del pino (Cronartium sp.); esto último limita la posibilidad de extraer la semilla con fines comerciales.

I. INTRODUCCION

La presente investigación se realizó con el propósito de obtener información sobre el crecimiento e incremento presentado por el bosque de Pinus oocarpa - Schiede, que existe en el municipio de San José La Arada, departamento de Chiquimula; los resultados obtenidos se pueden relacionar con la calidad del sitio, permitiendo ésto la elaboración de planes de manejo -acordes al rendimiento potencial que el área y el bosque que presentan.

Para realizar este estudio se establecieron parcelas de medición permanente, contándose para ello con la anuencia de la alcaldía municipal, utilizándose un período de seis meses para su ejecución. Una vez establecidas dichas parcelas se efectuarán evaluaciones y mediciones periódicas por el Instituto de Investigación Agronómicas -IIA- de la Facultad de Agronomía, - Universidad de San Carlos de Guatemala. Esto permitirá conocer la dinámica de las poblaciones forestales, planificar el uso y manejo racional de los bosques naturales del oriente del país y efectuar comparaciones con otros estudios, que sobre el crecimiento de coníferas se efectúan en diferentes regiones del territorio nacional.

La investigación se realizó en terrenos de propiedad municipal ubicado a $14^{\circ}42'$ - $14^{\circ}44'$ de latitud norte y $89^{\circ}37'$ - $89^{\circ}39'$ de longitud oeste, a una elevación de 900 msnm, enmarcando dentro de la zona de vida Bosque húmedo sub tropical (templado), en donde predomina una pendiente media de 45%. El trabajo de campo fue efectuado durante el segundo semestre de 1985.

II. OBJETIVOS

1. Objetivos Generales:

Estudiar las principales variables que están relacionadas con el crecimiento y rendimiento del Rodal Natural de Pinus oocarpa Schiede que existe en el municipio de San José La Arada, Chiquimula.

2. Objetivos Específicos:

2.1 Establecer relaciones alométricas entre las variables: Diámetro, Altura y Edad de los árboles; el área basal local del rodal e incremento en diámetro, altura, área basal y volumen por árbol y por parcela.

2.2 Estimar la producción actual del rodal, la tasa de crecimiento y rendimiento (DAP, Altura, Volumen) y relacionarla con la calidad del sitio.

2.3 Obtener el Coeficiente Mórfico de los árboles del rodal.

2.4 Dejar establecidas parcelas de muestreo permanente, susceptibles a evaluaciones periódicas.

III. REVISION DE LITERATURA

1. Crecimiento de los Arboles:

El crecimiento de los árboles, depende de la especie, edad, calidad del sitio y de las prácticas silviculturales (3).

El crecimiento está determinado por uno o más factores limitantes de la localidad. Así, donde la temperatura es baja, el crecimiento se correlaciona con un aumento de temperatura; donde la humedad es baja, el crecimiento aumenta al aumentar la humedad (15).

Además de estos factores externos, se ha observado también cierta influencia de factores pertenecientes a la planta: genéticos, morfológicos y fisiológicos (15).

La presencia del factor limitante sea externo o interno, durante parte del año, puede ser la causa de que se originen períodos o ciclos de crecimiento en los vegetales. Alvin y Koriba citados por Lojan (15), describen la periodicidad de los árboles tropicales en la producción y caída de las hojas, actividad del cambium y la floración.

El período de actividad del cambium está estrechamente relacionado con el período de actividad foliar, aunque la época de inicio y terminación de sus respectivos períodos no coincidan con exactitud. La periodicidad produce anillos de crecimiento, aunque no siempre los árboles los tienen bien diferenciados (15).

Existen indicios de cierta variabilidad en cuanto a la iniciación del período de crecimiento, cubriendo en el hemisferio norte, un margen que se estrecha hacia abril, mayo y junio. Se supone que hacia el Ecuador hay más variabilidad (15).

2. Índice de Sitio:

Según la Society of American Forestry citada por Isolan (13), el índice de sitio es la expresión de la calidad del sitio o localidad forestal, - basada en la altura dominante a una edad escogida arbitrariamente.

El índice de sitio, constituye una medida de la productividad de la tierra forestal y la silvicultura debe basarse en el conocimiento de la - productividad potencial de las tierras. También sirve de base para clasificar estas tierras, la cual está relacionada con la producción de madera y las consecuencias económicas (5).

El índice de sitio varía de acuerdo a las especies; una área boscosa puede tener diferentes índices (12).

Según Husch (12), la calidad del sitio puede evaluarse de dos formas:

- a. Por la medición de uno o más factores individuales de ese sitio y que se consideran estrechamente relacionados con el crecimiento. Se evalúa la calidad del sitio en términos de los mismos factores ambientales.
- b. Midiendo algunas de las características de los árboles o demás vegetación, considerada sensible a la calidad del sitio. Dicha estimación asume que la calidad del sitio proviene del ambiente vegetal.

2.1 Factores Ambientales:

De todos los factores ambientales que influyen en el crecimiento de los árboles, las relaciones - suelo-árbol, son las que causan más interés (12).

a. Profundidad del Suelo:

Broadfoot (4) encontró importante la profundidad del suelo en la capa superior, asignando el 77% de variación del índice de sitio a este factor. Young (22) encontró que el índice de sitio de Pino Blanco decreció con un incremento de la profundidad del horizonte A y con un incremento del % de piedras en el horizonte B. La profundidad tiene importancia al relacionarla con la textura.

b. Textura:

La cantidad de las fracciones más finas del suelo en el horizonte B y el espesor de la capa superficial tiene una influencia en el índice de sitio. La calidad del sitio para Pinus echinata puede ser estimada con bastante aproximación determinando la profundidad promedio del suelo y el porcentaje de limo y arcilla en el subsuelo (14).

c. Materia Orgánica:

Coile (6) reporta una correlación negativa - entre el índice de sitio del P.serotina y la interrelación de la profundidad del horizonte A₁ con la materia orgánica. Justifica que

% mayor del 15 puede reflejar un pobre drenaje y como consecuencia una causa directa en la baja productividad.

d. Estructura:

La estructura del suelo puede modificar los efectos ecológicos de la textura. Ciertas - estructuras macroscópicas de los suelos forestales, indican la capacidad de infiltración, aireación y predisposición de la penetración de las raíces (14).

e. Porosidad Total:

Los suelos de textura gruesa tienen menos espacio poroso capilar que los suelos de textura fina, porque el área de la superficie es más pequeña. Generalmente un suelo forestal tiene porosidad entre 30 y 60% (14).

f. Aireación del Suelo:

El contenido de aire en el suelo influye en la distribución y crecimiento de la vegetación. Las características fisiográficas y el % de - arcilla en el subsuelo son responsables de la aireación y drenaje interno en el suelo. La deficiencia de aire se refleja en un desarrollo anormal del sistema radical. Para un crecimiento satisfactorio el contenido de aire en el suelo no debe ser menor del 10%, aunque depende de la especie (14).

g. Agua de Suelo:

El agua además de influir en el crecimiento de las plantas, regula otras condiciones del suelo como temperatura, aireación, actividad microbiológica, desponibilidad de nutrientes y concentración de sustancias tóxicas (14).

h. Reacción del suelo (pH):

Existen rangos óptimos de pH característicos de cada planta; este valor es muy aproximado porque puede ser modificado por el clima, el contenido de coloides, el suministro de nutrientes y otros (13).

En viveros un pH de 4.7 hace que las plantas sufran una baja disponibilidad de N-P-K y otras bases; por el contrario, un pH de 8 puede decrecer la disponibilidad de P, Fe, Bo, Zn, Mn (14).

i. Nutrientes:

Sacha y Jnop citados por Wilde (21), encontraron diez elementos esenciales para el desarrollo de los árboles: C, H, N, P, K, Ca, Mg, S, O, Fe. En años recientes se ha revelado que los elementos menores también tienen influencias en el crecimiento de la planta, como el Bo, Mn, Zn, Cu, Mb.

-Nitrógeno: Wilde (21), afirma que en forma general un 0.2% de nitrógeno total es adecuado para la mayoría de especies.

Forrístal y Gassel (8), estudiando algunas propiedades del suelo correlacionadas con el tipo de cubierta y la productividad del suelo forestal, encontraron únicamente cinco propiedades del suelo que están correlacionadas con la productividad forestal, entre las cuales está el Nitrógeno, las otras fueron: Profundidad efectiva, densidad aparente, humedad y capacidad de intercambio catiónico.

-Fósforo: Se cree que 50 ppm de fósforo disponible es suficiente para la mayoría de las especies forestales (14).

-Potasio: Un suelo ordinario tiene de 1 a 2% de K_2O . En suelos vírgenes de 50-200 ppm. Para Pinus 30 ppm es suficiente, pero estos valores varían con la especie (14).

-Calcio: Bajo condiciones naturales, una deficiencia de calcio es raro que ocurra en suelos forestales (14).

-Magnesio: El contenido de magnesio disponible regularmente es de 1/3 a 1/5 partes de calcio, aunque en cultivos controlados la relación de Ca/Mg fué de 30 para un satisfactorio crecimiento de los árboles (14).

j. Pendiente:

Hannàh (10) encontró que la ecuación basada en la edad del árbol y las características topográficas son responsables del 55% de la variación de la altura de la planta.

k. Porcentaje de Piedras en el Perfil del Suelo:

Su importancia en el crecimiento de las plantas no se encuentra bien definido, más depende de la especie. Young (22), en un estudio del Pino Blanco encontró que la profundidad del horizonte A como Variable fué significativa al 1% y el % de piedras en el horizonte B fué significativo al 5% de variación del índice de sitio.

l. Clima:

En cuanto a los elementos climáticos, puede existir gran variación mensual, trimestral, semestral y anual, ya sea en la lluvia, en el número de días de lluvia; con más de 3 mm., en el brillo solar o en la humedad relativa mínima absoluta. Las sinuosidades de las curvas en la Figura 1, indican este tipo de variación, así como la existencia de ritmos cada año (15).

La periodicidad de las horas de brillo solar muestra una tendencia opuesta a las demás. Esto explicaría las correlaciones negativas encontradas entre el crecimiento y el brillo solar (15).

Estas curvas de períodos semestrales demuestran con claridad que las caducifolias tienen seis meses de crecimiento -Mayo a Octubre- y seis meses de reposo -Noviembre a Abril- (Turrialba, Costa Rica). En las perennifolias (Pinos), estas curvas indican los seis meses en que el crecimiento es más alto y los seis meses en que es más bajo (15).

En períodos semestrales el crecimiento estuvo altamente relacionado positivamente con el número de días de lluvia, temperatura mínima absoluta y máxima absoluta, humedad relativa mínima absoluta y negativamente con las horas de brillo solar, no hubo correlaciones significativas con la cantidad de lluvia, lo que indica que este elemento no tiene periodicidad semestral similar al crecimiento (15).

En períodos anuales el crecimiento se asocia negativamente con la cantidad de lluvia, con el número de días de lluvia y con la humedad relativa mínima absoluta y positivamente con las horas de brillo solar y las temperaturas máximas y mínimas absolutas. La tendencia negativa indica que la periodicidad tiende a invertirse, o sea que los valores altos del crecimiento anual coinciden con más frecuencia con los valores anuales más bajos de los elementos climáticos indicados (15).

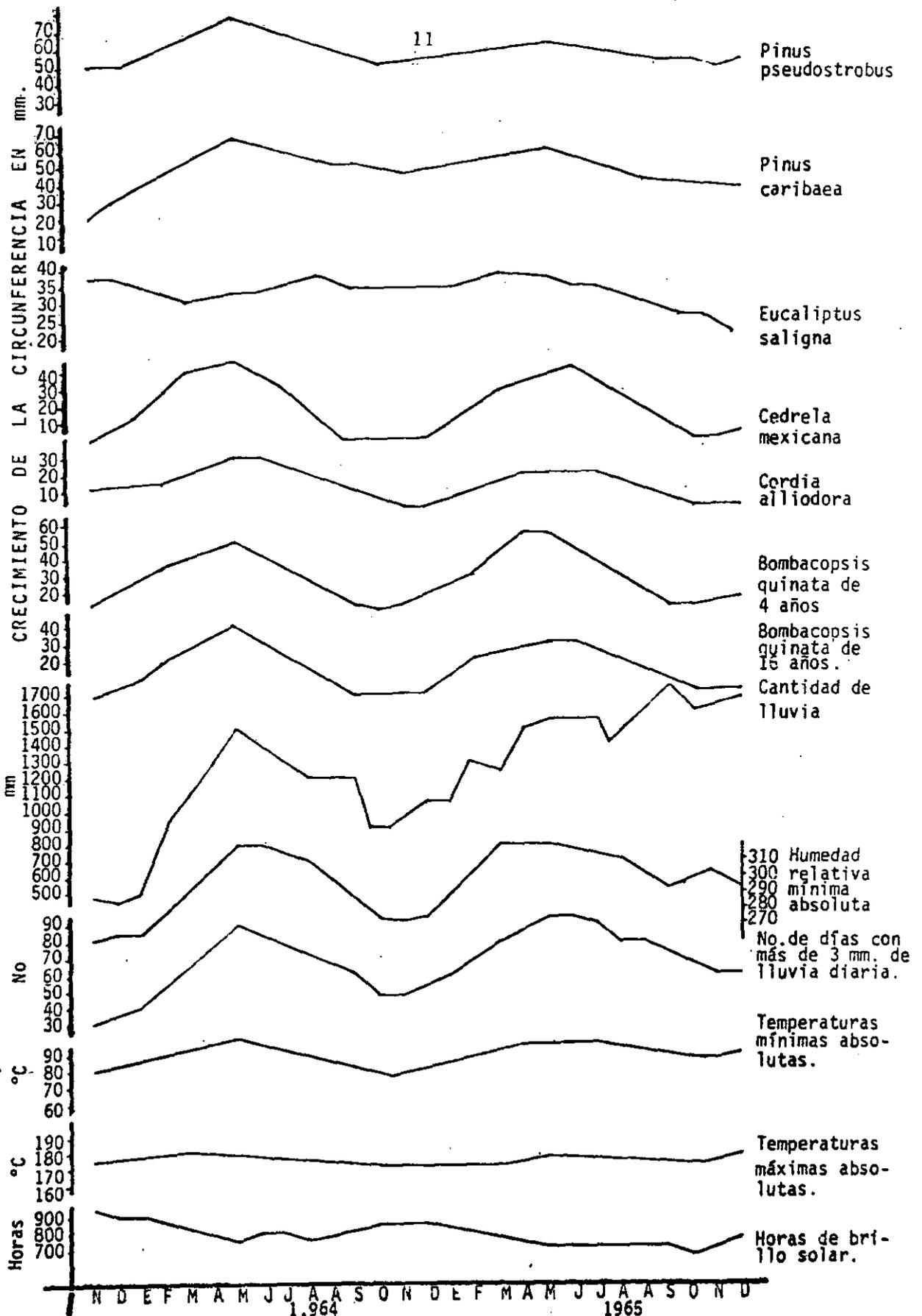


Figura No.1. Tendencias del crecimiento en circunferencia y de varios elementos climáticos en períodos serestrales. Tomado de Lojan (15).

2.2 Factores de la Especie:

Las características de la vegetación que se pueden usar para definir la calidad de un sitio son: la cantidad de madera producida, las características de tamaño de los árboles y las especies que se encuentran naturalmente en el área (12).

a. Altura Dominante:

La altura dominante puede definirse como la altura promedio de los 100 árboles más gruesos por hectárea (2).

La altura de un rodal uniforme a una edad dada, es un buen indicador del potencial productivo de ese tipo de bosque en ese sitio particular. Por eso, la construcción de curvas altura/edad para diferentes clases de sitio, es el primer paso en la construcción de modelos de crecimiento y rendimiento. Sin embargo, la altura promedio de un rodal es usualmente sensitiva no solo a la edad y a la clase de sitio, sino también a la densidad del rodal, por consiguiente, se usa normalmente la altura del rodal. La altura dominante es casi insensible a diferentes densidades de los rodales (2).

Bajo algunas circunstancias encontradas en bosques uniformes de los trópicos, la altura dominante deja de ser un buen indicador de la clase de sitio. Esto ocurre en los árboles o rodales jóvenes de especies de muy rápido crecimiento y también con ciertas espe-

cies que varían notablemente en sus crecimientos de altura tales como Pinus caribaea (2). Esta situación puede ser detectada ordenando los datos de parcelas permanentes por alturas dentro de cada clase de edad. Si la posición de las parcelas ordenadas en sucesivas ocasiones muestra una baja correlación, cualquier curva de clase de sitio que se construya debe considerarse de dudoso valor. El problema se presenta simplemente por la gran variabilidad del crecimiento de la altura, a causa de los efectos de sitio, en este tipo de rodales. Podría solucionarse parcialmente por una redefinición de la altura dominante que requiere una muestra mayor de árboles por parcela, por ejemplo equivalente a 200 ó 400 árboles por hectárea, otra idea alternativa es correlacionar la productividad final con variables del medio ambiente y usar una clasificación de sitio basada solamente en pendiente, altitud, tipo de suelo u otros factores que aparenten ser significativos (2).

b. Edad de los Arboles:

En países templados del norte, se ha fijado la edad de 50 años para la determinación del índice de sitio. pero para los trópicos se considera que no hay razón para seguir esa determinación. Después de efectuar estudios en plantaciones jóvenes (10 años), se justificó esa conclusión, porque en países tropicales la tasa de crecimiento de algunas especies, principalmente coníferas, es elevada (13)

La determinación de la edad de un rodal se ha ce contando los anillos anuales de un corte horizontal o en una muestra sacada con el barrenado de incrementos. Estos anillos no siempre muestran los años del árbol, ya que una interrupción de la estación seca, puede crear anillos falsos. Normalmente los anillos falsos son menos claros y de menor espesor que los anillos anuales; lo mismo sucede con los anillos anuales de años muy secos. Generalmente se descuentan anillos muy delgados y aquellos que son muy claros, los cuales se toman como falsos (11).

La determinación de la edad por medio del conteo de anillos de los pinos tropicales no es exacto, sino una aproximación. Cuando sea posible, se deberá verificar siempre la edad encontrada con la fecha de corte del rodal anterior. Durante los primeros años de vida de una regeneración natural ocurren frecuentemente incendios y daños causados por el pastoreo de ganado. Por lo común una planta de una altura menor de 1 ó 2 metros es quemada para luego volver a brotar; estos brotes pueden crecer repentinamente después de varias quemadas. Una vez que han pasado esa altura, los árboles tienen oportunidad de sobrevivir (11).

Por lo antes expuesto los forestales miden la edad a 1.30 m. de altura, estimando que el rodal a esta altura ya estará establecido; por consiguiente, se sacan muestras a esta altura y siempre a los árboles dominantes y codominantes en un rodal coetáneo (11).

c. Curvas de Índice de Sitio:

La relación de la altura dominante de los árboles y la edad, se han venido utilizando para evaluar la calidad del sitio de rodales - con edades uniformes, homogéneos (12).

Cualquier expresión del rendimiento de plantaciones debe tomar en cuenta la variación de un lugar a otro. Quizás, la medida más práctica para expresar cuantitativamente la calidad de un lugar para producir madera, sea la altura que los árboles alcanzan a cierta edad.

Las curvas de índice de sitio, son una representación idealizada del crecimiento en altura de los árboles dominantes de un rodal durante su vida. (19).

Esta relación, ha gozado de mucha aceptación por varias razones: la altura se encuentra estrechamente relacionada al volúmen, además la altura y edad son fáciles y rápidas de determinar, finalmente el índice de sitio proporciona una expresión numérica de la calidad del sitio más que una descripción generalizada - (12).

d. Análisis de Fuste:

Por análisis de fuste se entiende un análisis de los anillos anuales de un árbol cortado en tajadas sacadas uniformemente a todo lo largo del fuste. Con el conocimiento de los anillos anuales en estos lugares, se puede reconstruir las dimensiones del árbol, lo mismo

que el volúmen, en cualquier tiempo de vida de éste. El Análisis del fuste nos sirve para reconstruir el desarrollo de los árboles del rodal en el pasado; también sirve para construir tablas de volúmen (11).

e. Relaciones Alométricas:

Una relación alométrica, es la que se establece entre dos variables de un árbol. Por ejemplo la relación entre el diámetro de la copa y el diámetro del fuste o entre la altura total y la altura del fuste. Las relaciones alométricas pueden ser importantes en algunos modelos. Los datos necesarios, a menudo no se obtienen en forma utilizable de un Inventario Forestal, de modo que es deseable hacer un programa de muestreo para determinar las relaciones a estudiar (2).

Cada árbol del rodal está representado por un conjunto de variables. En el caso más simple el árbol estará representado solamente por una variable, su diámetro. Otras variables, tales como el diámetro de la copa, volúmen o biomasa pueden derivarse de relaciones alométricas con el diámetro y la altura del árbol (2).

Las variables dinámicas son aquellas que se predicen partiendo del estado del árbol en un período previo. Las variables alométricas son las que representan relaciones estáticas entre diferentes dimensiones del árbol en un momento dado (2).

3. Parcelas Permanentes:

Muchos forestales consideran los datos obtenidos de parcelas permanentes como la contribución más importante para los modelos de crecimiento y rendimiento. Aunque esto es verdad en muchos casos, los experimentos deben considerarse como una adición necesaria para introducir tratamientos extremos que no se encuentran en el bosque. También la medición de anillos anuales significa una alternativa a las mediciones de parcelas permanentes (2).

Metas de las Parcelas Permanentes:

a. Corto plazo:

(1-3 años) Obtener una estimación calculada de la producción potencial óptima, expresada en $m^3/ha.$ anual de volumen total en las diferentes clases de calidad de sitio. Esto se obtiene primordialmente durante la instalación inicial de las parcelas y por medio de análisis de fuste (11).

b. Largo Plazo:

-Proveer los datos necesarios para la construcción de tablas de rendimiento y desarrollo de los factores dasométricos durante un turno para las distintas clases de sitio. Estas tablas serán basadas en un manejo que incluye raleos, los datos se obtienen por medio de mediciones periódicas de las parcelas (11).

-Proveer datos para describir los efectos de distintas intensidades de raleo (11).

IV. METODOLOGIA

1. Ubicación y Localización del área en estudio:

Las Parcelas estan ubicadas en el bosque de Pinus oocarpa Schiede que existe en el municipio de San José La Arada, departamento de Chiquimula, en el oriente del país.

Se localizan a $14^{\circ} 42'$ - $14^{\circ} 44'$ de latitud norte y $89^{\circ} 37'$ - $89^{\circ} 39'$ de longitud oeste, a una altitud de 900 msnm; con una pendiente media de 45%. Ver Figura 2 y 3.

Dentro del Bosque se establecieron parcelas de medición permanente, en relación a un punto común de referencia, localizado en la desviación de una brecha de extracción forestal existente sobre la la carretera que de Chiquimula conduce a Ipala.

En el Cuadro No. 1 se presenta la ubicación de las parcelas, medidas del Km. 15.5 al centro de las mismas. Figura 4.

Cuadro No. 1: Ubicación de las parcelas en relación al Km. 15.5, tomado como punto de referencia.

Bloque	Parcela	Punto de Referencia	Distancia a la parcela (m)	Angulo
A	1	Km. 15.5	600	78° Nor-oeste
	2	Km. 15.5	675	72° "
	3	Km. 15.5	950	62° "
B	1	Km. 15.5	300	43° "
	2	Km. 15.5	550	80° "
	3	Km. 15.5	950	58° "

2. Características Generales del Area en Estudio:

El bosque es propiedad de la municipalidad de San José La Arada, Chiquimula; se obtuvo de ella el permiso para realizar el estudio y la garantía por escrito que el área donde están establecidas las parcelas no será disturbada, mientras se efectue el mismo.

El área municipal total es de 810 has. de las cuales 540 están cubiertas de bosque puro de Pinus oocarpa; donde además se pastorea ganado bovino y equino debido a la abundancia de gramíneas en el piso del bosque.

Las 270 has. restantes son utilizadas como pastizales y agricultura de subsistencia, observándose el avance de la frontera agrícola en los alrededores e interior del bosque.

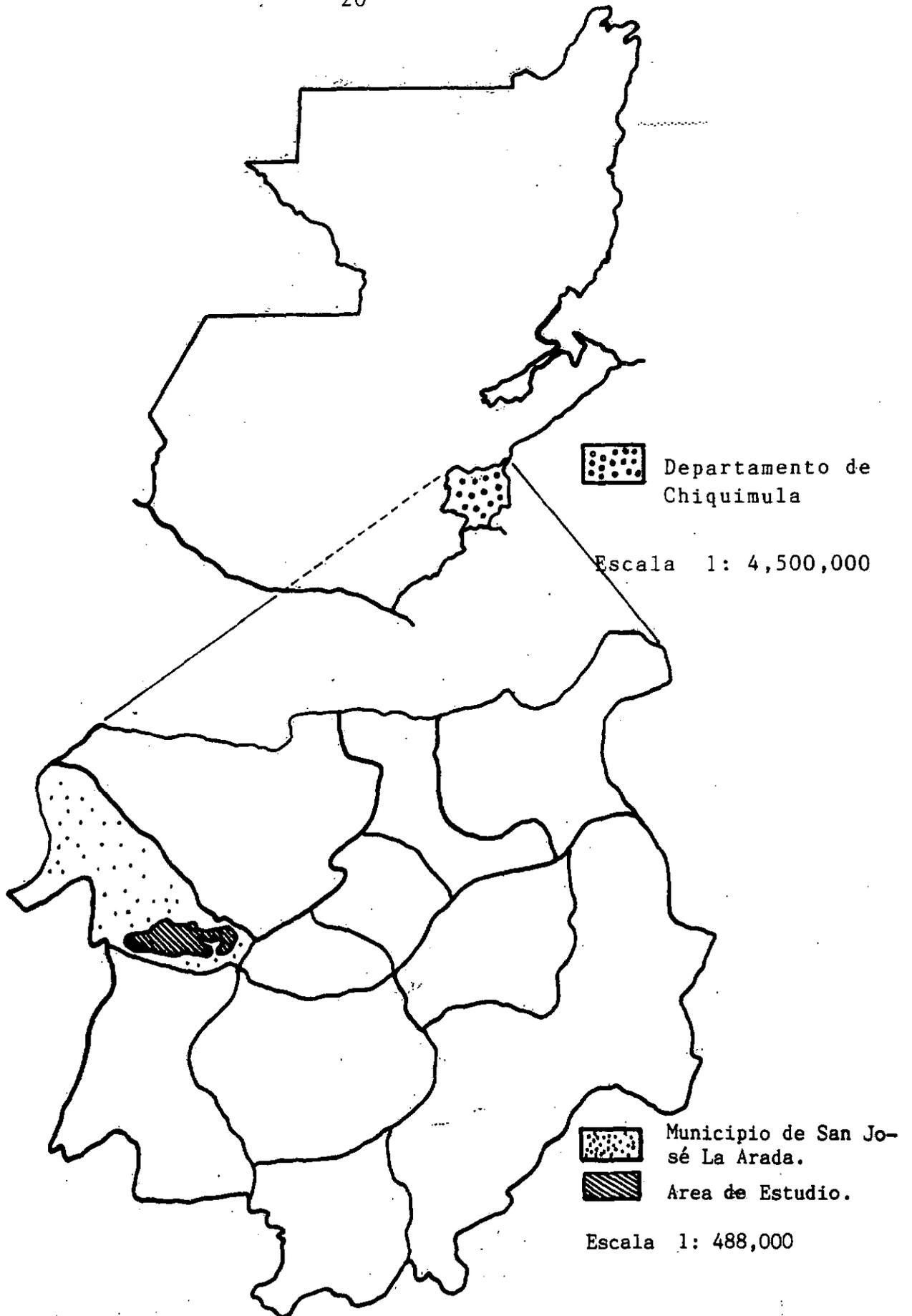


Figura 2: Ubicación del Area de Estudio en el país, en el departamento de Chiquimula y en el municipio de San José La Arada.

2.1 Origen del Bosque:

El bosque es producto de la regeneración natural, aunque ésta actualmente es poca y con serias limitaciones para su crecimiento, en muchos casos los árboles presentan ramificaciones que emergen de una misma base, debidas principalmente a los Incendios Forestales y a la roya del pino (Cronartium sp.)

2.2 Incendios Forestales:

Regularmente todos los años ocurren incendios forestales de tipo superficial o rastro, razón por la cual se encuentran pocos árboles jóvenes. De las 3,330 has. de bosque incendiadas en el departamento de Chiquimula durante el verano 1985-1986, se incendiaron 1,002 has en el área objeto de estudio.

Las causas que dieron origen a los incendios son principalmente; los descuidos en la quema de rosas y el interés porque se desarrolle el pastizal bajo el bosque para pastorear el ganado.

2.3 Talas:

El último aprovechamiento forestal se realizó en el año 1974, aunque constantemente se talan árboles para satisfacer las necesidades de madera y leña de vecinos que habitan

en comunidades aledañas al bosque y caleras que existen en la cabecera municipal. En ambas situaciones se seleccionan los árboles rectos y mejor conformados, dejando en el bosque los no deseables genéticamente.

2.4 Suelos:

De acuerdo a Simmons, Tarano y Pinto (18), los suelos pertenecen a la serie Talquezal, que son suelos poco profundos, bien drenados, desarrollados en conglomerados o esquisto, en un clima seco o húmedo seco. Ocupan relieves inclinados a altitudes medias en el sur-este de Guatemala. La vegetación consiste de un bosque abierto de Pinus oocarpa en asociación con encino (Quercus sp.). Una calicata hecha en el área, mostró que los suelos poseen horizontes A, C y R; el horizonte A tiene una profundidad de 15 cm., el C va de 15-35 cm y el R a más de 35 cm.. Para el horizonte A la textura es franco arcillosa; posee 31.58% de Arcilla, 36.73% de limo y 31.69% de arena, a 5.5% de base seca y una densidad aparente de 0.87 gr/cc., la estructura es en bloques angulares finos.

Para el horizonte C la textura es arcillosa; con 42.94% de arcilla, 27.69% de limo y 26.37% de arena, a 96.5% de base seca y una densidad aparente de 0.97 gr/cc., la estructura es en bloques sub-angulares finos.

El horizonte R está conformado de rocas. El análisis químico del suelo evidenció que el horizonte A presenta un 6.53% C.O, 11.25% de M.O, 5.21 meq/100gr de Ca, 3.86 de Mg, 0.31 de Na, 0.41 de K y 23.5 de C.I.C, 41.66% S.B, pH de 4.8 y 9.75 ppm de p,

El horizonte C presenta 3.23% de C.O, 5.75% de M.O, 0.44 meq/100gr de Ca, 1.58 de Mg, 0.20 de Na, 0.37 de K y 16.20 de C.I.C; 15.99 de S.B, pH de 5.0 y 3.0 ppm de P.

En forma general puede observarse que los suelos presentan poca profundidad, con predominancia de la textura franco arcillosa, de un color café a rojizo, con altos contenidos de grava, reacción ácida y un contenido de nutrimentos bastante abajo de lo necesario y adecuado para un suelo ideal. Presenta erosión hídrica, laminar y en surcos.

2.5 Zona de Vida:

La zona de vida es Bosque húmedo sub-tropical (templado). De acuerdo a De la Cruz - (7), en ésta zona el período en que las lluvias son más frecuentes corresponde a los meses de Mayo a Noviembre, variando en intensidad según la situación orográfica que ocupan las áreas. La precipitación oscila entre 1,100 a 1,349 mm. como promedio total anual.

La biotemperatura media anual varía entre - 20 y 26°C.

La relación de evapotranspiración potencial es de alrededor de 1.0.

La Elevación varía entre 650 msnm arriba de Camotán hasta 1,700 en la aldea Estanzuela, Zacapulas, Quiché.

La vegetación natural está constituida especialmente por Pinus oocarpa, Curatella americana, Quercus sp., Byrsonima crasifolia; - que son los más indicadores de esta zona. El uso apropiado para estos terrenos es netamente de manejo forestal. La especie que predomina es Pinus oocarpa y donde los suelos son muy pobres Quercus sp., por lo que - estos suelos deben ser cuidadosamente manejados, pues donde la topografía es escarpada el uso tendrá que ser de protección propiamente.

2.6 Clima:

La información climática puede observarse - en el apendice No. 3, los datos promedio de la estación Ipala, ubicada a 13 Km, del área de estudio y con 51 años de registro son - los siguientes:

Precipitación Media Anual:	937.35 mm
Temperatura Media Anual:	24.18°C
Altitud:	823.00 msnm.

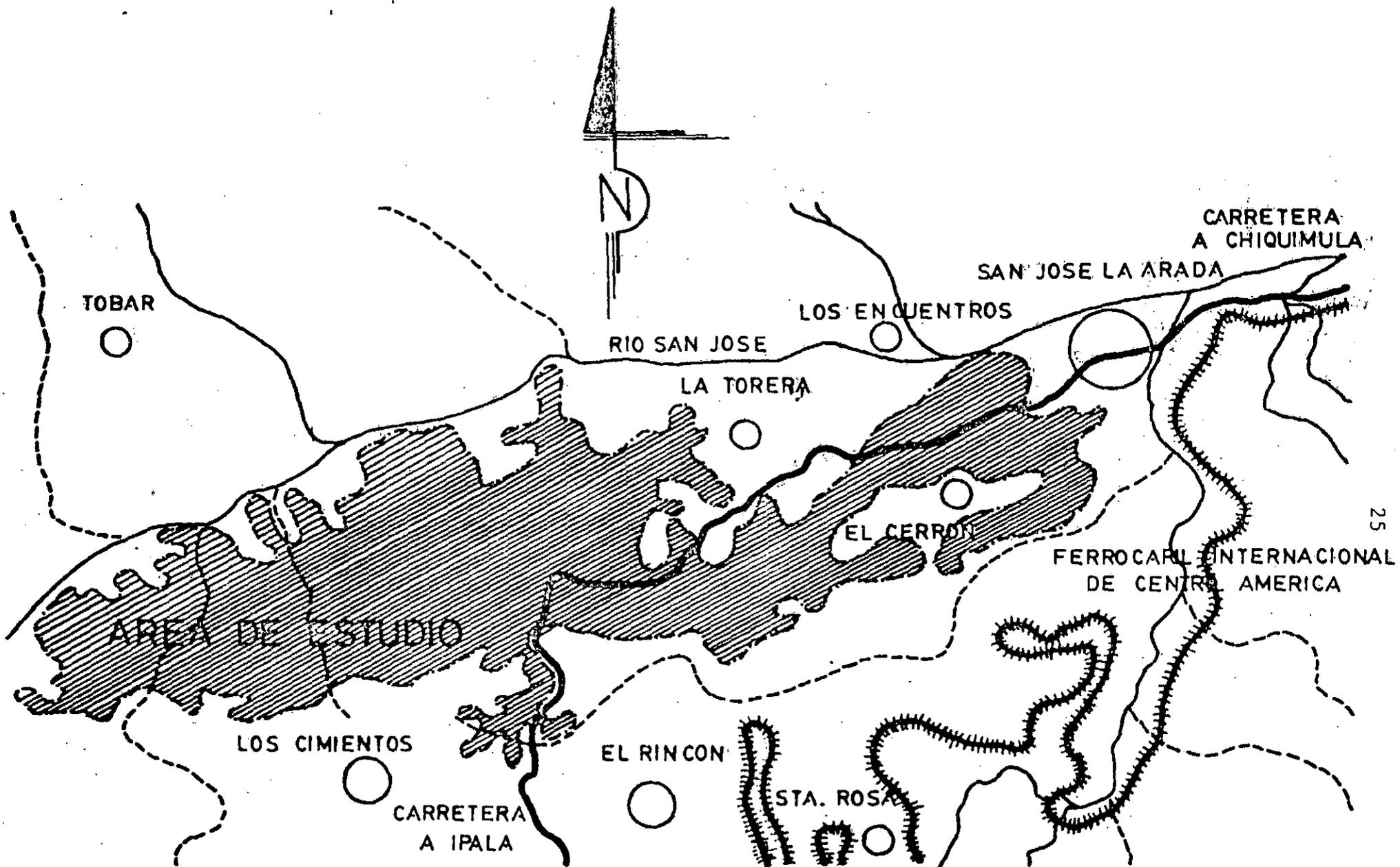
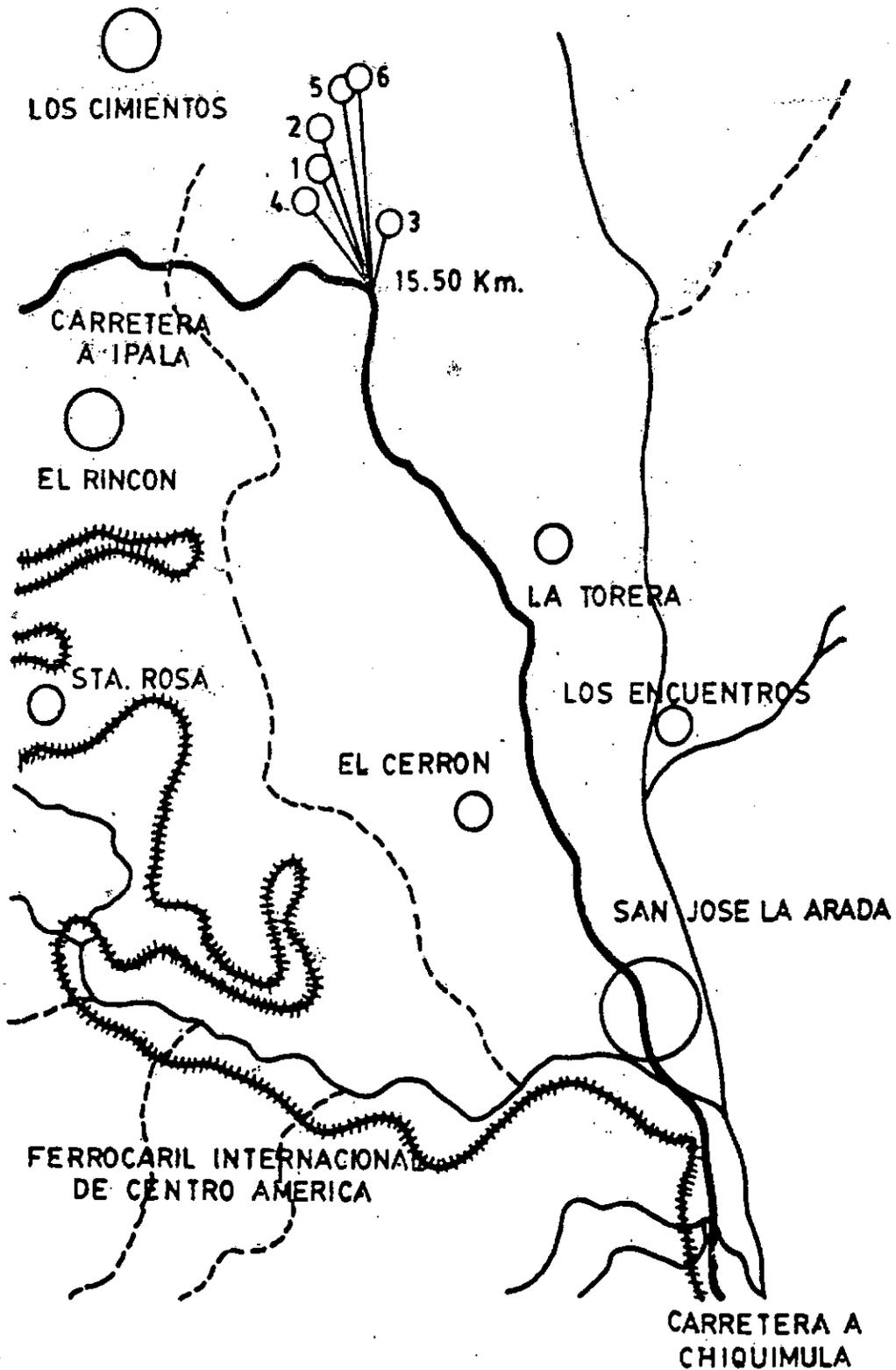


Figura 3: Ubicación del área en estudio.



Escala 1:50,000



Figura 4: Localización y Distribución de las Parcelas en Estudio.

En la figura No. 5, se puede apreciar la forma como se distribuyen por mes la precipitación y la temperatura en la estación Ipala. Los meses de Junio, Julio, Agosto y Septiembre son los que presentan mayor humedad, - aunque disminuye ligeramente en agosto, puede observarse también que se dan siete meses de sequía, período en el cual muere gran parte de la regeneración natural del bosque por la baja humedad y los incendios forestales.

3. Establecimiento de Parcelas de Medición:

3.1 Tamaño:

Se establecieron seis parcelas rectangulares de 50 x 20 mts dando una área de 1,000 m² cada una. La delimitación se realizó con cinta métrica, colocándose pequeños muros de concreto en las cuatro esquinas.

3.2 Distribución:

Los factores a evaluar en años posteriores por el Instituto de Investigaciones Agronómicas de la Facultad de Agronomía; Universidad de San Carlos de Guatemala, serán la exposición de la pendiente y la pedregosidad, para conocer la influencia que ejercen sobre

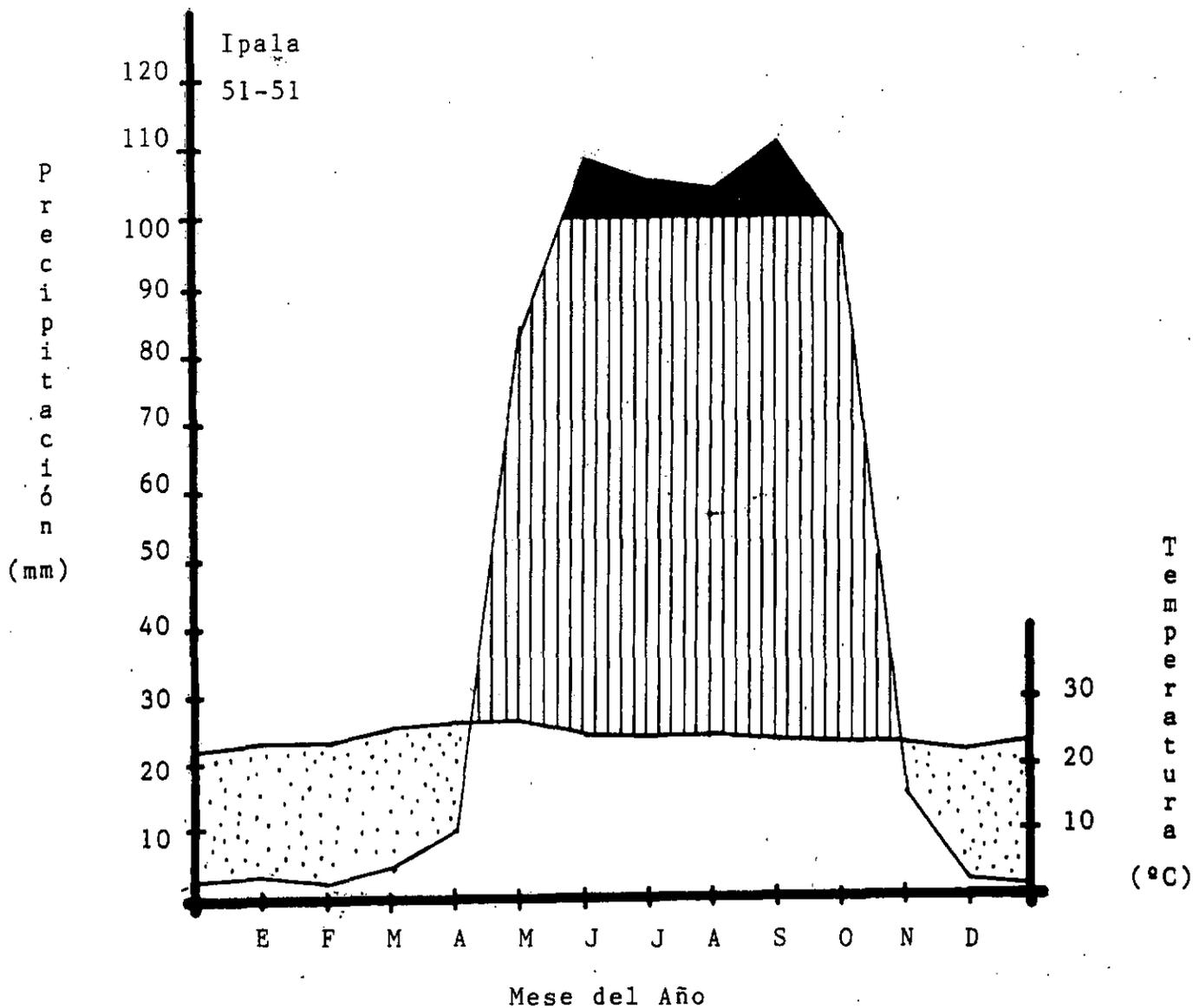


Figura 5: Climadiagrama Estación Ipala.

El crecimiento de Pinus oocarpa.

La distribución se realizó en dos bloques, de tres parcelas cada uno. El Bloque A con exposición este, tiene las parcelas 1 y 2 en terrenos no pedregozo y la parcela 3 en terreno con pedregosidad alta. En igual forma se distribuyen para el bloque B con exposición oeste.

4. Variables Evaluadas:

4.1 En las parcelas:

En las seis parcelas establecidas se evaluó en forma general el número de árboles por parcela, la altura total, dap, la edad y algunas características cualitativas; como la forma del fuste, plagas, enfermedades y otras.

4.1.1 Conteo de Arboles:

Se realizó un conteo general de los árboles existentes dentro de cada parcela, se le asignó un número a cada árbol y se le marcó con pintura verde a 2 metros de altura sobre el nivel del suelo.

4.1.2 Medición de Diámetro (dap).

A todos los árboles con diámetro mayor de 10 cms. presentes en las parcelas

se les midió a 1.3 mts de altura sobre el nivel del suelo, utilizando cinta diamétrica. Ver apéndice No.1.

4.1.3 Altura Total:

A los árboles que se les midió el diámetro (dap), se les determinó también la altura total; utilizando para ello el clinómetro y cinta métrica para medir la distancia horizontal.

4.1.4 Variables Cualitativas:

Posterior a la medición del dap y la altura se realizó observaciones para determinar si el árbol presentaba un fuste recto, torcido, sinuoso, bifurcado, muerto, etc. Ver apéndice No. 1.

4.2 En Arboles Tumbados:

Se derrivaron un total de 28 árboles a la vecindad de las parcelas, sin interferir en el efecto de borde sobre los árboles que quedaron dentro de las mismas. En algunos casos se talaron 5 ó 4 árboles por parcela; dependiendo si habían de todas las clases diamétricas que se estaban evaluando. Los árboles tumbados se utilizaron para efectuar el análisis del fuste, aplicando la metodología

gía de la F A O, descrita por la corporación hondureña de Desarrollo Forestal -COHDEFOR-(11), que consiste en:

- a. El análisis de los anillos se hace en el tación, el que debe ser lo más bajo posible y en un corte a 0.3 mts; 1.3 mts; 2.3 mts; etc. sobre el nivel del suelo.
- b. En cada corte se busca primero el diámetro promedio y se tira una línea que cruce la médula, y cuyo largo corresponde al diámetro promedio.
- c. Empezando desde afuera, se marca cada quinto anillo con una raya y se conectan éstas de un lugar a otro si hace falta. - Después se mide el diámetro en milímetros para cada quinto año (5,10,15, etc.).
- d. Se relaciona en una gráfica la altura sobre el suelo de la sección con el radio de la misma.

4.2.1 Altura Total:

A los árboles tumbados se les midió la altura total, utilizando para ello la cinta métrica.

4.2.2 Conteo de Anillos y Cálculo de Edad:

A los 28 árboles tumbados se les cortaron secciones o discos del fuste a intervalos de 1 mt. cada uno, hasta el ápice. En la cara superior del disco se realizó el conteo de anillos anuales a lo largo de cuatro radios perpendiculares, en la cara inferior se anotó el número de parcela, número de árbol y la altura sobre el nivel del suelo de la sección. Apéndice No. 2.

La edad del árbol fué el promedio de la cantidad de anillos contados en los cuatro radios perpendiculares de la sección, cortada a 0.3 mts. de altura sobre el nivel del suelo, más dos años de establecimiento de la planta.

4.2.3 Clases Diamétricas:

Se establecieron clases diamétricas con un rango de 5 cm, tanto en árboles existentes dentro de las parcelas como en árboles tumbados.

4.3 Variables Derivadas:

4.3.1 Area Basal:

El área basal por árbol se trabajó con el dap, utilizando $g = \frac{\pi}{4} * dap^2$ para árboles

en pie y tumbados. En el primer caso se hizo una sumatoria del área basal de los árboles existentes en la parcela, para poder estimar el área basal total/ha. En árboles tumbados se relacionó el área basal de cada árbol - con su altura, diámetro y edad; utilizando modelos estadísticos de regresión.

4.3.2 Volumen Total:

El volumen de los árboles en pie se expresa en función de las variables d_{ap} y altura total. La cubicación de todos los árboles se realizó utilizando las tablas de volumen para las especies coníferas de Guatemala, elaboradas por F A O (17), mediante la derivada de la ecuación $V = 0.0268287659 + 0.0000287215 (d_{ap}^2 \times h)$, que es la correspondiente a Pinus oocarpa. Se realizó la sumatoria del volumen por parcela, se obtuvo un promedio de las seis y se estimó el volumen/ha.

El volumen de los árboles tumbados se calculó utilizando la ecuación de Smalian $V = L \left(\frac{A_1}{2} + \frac{A_n}{2} + A_2 \dots + A_{n-1} \right)$,

por árbol individual, este resultado se relacionó estadísticamente con su correspondiente altura, diámetro, área basal y edad.

4.3.3 Crecimiento e Incremento:

Para el análisis del crecimiento fué necesario establecer relaciones alométricas entre variables, utilizando los cinco modelos de regresión siguientes:

- a. Modelo Lineal $Y = b_0 + b_1 * X$
- b. Modelo Logarítmico $Y = b_0 * X^{b_1}$
- c. Modelo Geométrico $Y = b_0 * b^{X_1}$
- d. Modelo Cuadrático $Y = b_0 + b_1 * X + b_2 * X^2$
- e. Modelo Raíz Cuadrada $Y = b_0 + b_1 * X + b_2 * X$

El proceso estadístico se desarrolló - en la computadora de la Facultad de - Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala. Este procedimiento permitió determinar cual de los modelos se ajustaba mejor al comportamiento de la nube de punto ploteados, utilizándose para la elaboración de las gráficas respectivas, el modelo que presentó mayor coeficiente de correlación.

Entre las relaciones básicas para la predicción del crecimiento tenemos: Diámetro-altura, volúmen; altura-volúmen; edad-diámetro, área basal, altura y volúmen.

El incremento en dap se trabajó dividiendo el diámetro con y sin corteza de la sección entre la edad del árbol, luego se obtuvo un promedio de los 28 árboles analizados. El incremento en área basal presenta la misma metodología.

El incremento en altura y volumen se obtuvo dividiendo la altura o volumen total del árbol entre su edad, presentando por último un promedio del incremento de los 28 árboles.

4.3.4 Factor Mórfico:

El factor Mórfico se obtuvo de dividir el volumen real del árbol entre el volumen ideal o sea el volumen de un cilindro.

Factor Mórfico = $\text{Volumen Real del árbol} / (\text{área basal del dap} \times \text{altura total})$.

El Volumen real fue el obtenido de utilizar la ecuación de Smalian descrita en la Sección 4.3.2, se obtuvo el factor de forma por árbol, presentándose finalmente el promedio de los 28 árboles.

V. RESULTADOS Y DISCUSION

1. Situación del Bosque:

1.1 Densidad, dap, Altura, Area Basal y Volúmen

Las parcelas se establecieron en una área relativamente más densa que el resto del bosque, el cual tiene una densidad promedio de 267 árboles/ha, aspecto que no justificó un raleo, por lo que se decidió estudiar principalmente la exposición de la pendiente y la pedregosidad, incluyendo otros elementos integrantes del ambiente.

Los datos de la primera medición puede apreciarse en el cuadro Número 2.

Cuadro No.2: Datos de densidad, dap, área basal, altura total y volúmen de las parcelas experimentales.

Blo que	Parcela	Exposición	Pedregosidad	n	dap (m)	g Total (m ²)	h (m)	Vsc Total (m ³)
A	1	ESTE	baja	33	0.244	1.6909	13.16	8.3114
	2		baja	32	0.258	1.8170	16.93	11.2159
	3		alta	38	0.234	1.7210	14.78	9.8523
B	1	OESTE	baja	25	0.259	1.4060	15.48	9.4445
	2		baja	15	0.323	1.2840	15.88	8.1657
	3		alta	17	0.313	1.3350	23.91	12.4200

En el Cuadro anterior puede observarse la influencia de la exposición sobre la densidad, presentando la exposición este un mayor número de árboles por parcela. Por otro lado existe un mayor diámetro en las parcelas de exposición oeste debido a su menor densidad.

En esta clase de estudios es necesario determinar el tipo de uso y manejo que se ha efectuado en los bosques, lo que puede apreciarse a través de la distribución del número de árboles y volúmen en clases diamétricas, información que se presenta en el Cuadro No. 3.

Cuadro No. 3: Distribución del Número de Arboles (n) y Volúmen (v) por clase diamétrica y por parcela.

BLOQUES.	A						B						Total Clase Diamétrica fr n/clase v Total/clase v/clase %			
	1		2		3		1		2		3					
PARCELAS CLASES DIAMETRICAS	n	v	n	v	n	v	n	v	n	v	n	v				
05 - 10	01	0.0357	01	0.0443	00	00	00	00	00	00	00	00	1.2500	02	0.0800	0.1290
10 - 15	03	0.2027	05	0.3709	03	0.1970	03	0.2200	00	00	00	00	8.7500	14	0.9937	3.6600
15 - 20	06	0.6457	01	0.1509	06	0.8140	03	0.3930	01	0.1390	01	0.2160	11.2500	18	2.3600	3.6600
20 - 25	04	0.8414	04	1.0871	14	3.4200	05	1.5400	02	0.4420	01	0.4290	18.7500	30	7.7600	12.0600
25 - 30	10	3.7306	09	3.6363	12	4.8900	07	2.6700	01	0.3330	04	2.0900	26.8700	43	17.3500	26.9600
30 - 35	07	3.3628	10	6.5645	02	0.9790	05	2.6100	06	3.3300	07	5.2200	23.1300	37	22.0500	34.3000
35 - 40	02	1.0863	02	1.5597	01	0.7180	01	0.9080	03	2.0600	02	2.1900	6.8750	11	8.5300	13.2400
40 - 45	00	00	00	00	00	00	01	1.0900	02	1.8500	02	2.2600	3.1250	05	5.2300	8.1200
Total/Parcela	33	9.9052	32	13.4000	38	11.0200	25	9.4500	15	8.1700	17	12.4000	100.0000	160	64.3500	100.0000

En las Gráficas Número 6 y 7 se observa en mejor forma la distribución de los diámetros y volúmen por clase diamétrica.

Se aprecia que la clase diamétrica que va de 25-30 cms. presenta mayor número de árboles, seguido de la clase diamétrica 30-35 cms., además puede observarse que aunque los diámetros menores de 10 cms. no eran objeto de evaluación se tomaron en cuenta como individuos y realmente son muy pocos, confirmando lo apuntado anteriormente.

Respecto al volúmen, este presenta una ligera diferencia; la mayor volumetría se encuentra en la clase diamétrica que va de 30-35 cms., seguido de la clase 25-30 cms., esto se explica por que los árboles poseen mayor diámetro, regularmente mayor altura y por consiguiente una volumetría más alta.

La distribución y volumetría presenta un comportamiento bastante normal a las condiciones del sitio, observándose únicamente ocho clases diamétricas, ya que raramente se encuentran árboles con dap mayor de 45 cms. Esta Variedad de clases diamétricas muestra que en el bosque no ha existido manejo, empíricamente se han seleccionado y extraído los mejores ejemplares; aspecto característico de las talas irracionales. Si el bosque estuviera manejado técnicamente, presentara el volúmen concentrado en un menor número de clases diamétricas, pues se trata de eliminar los árboles que están dominados y

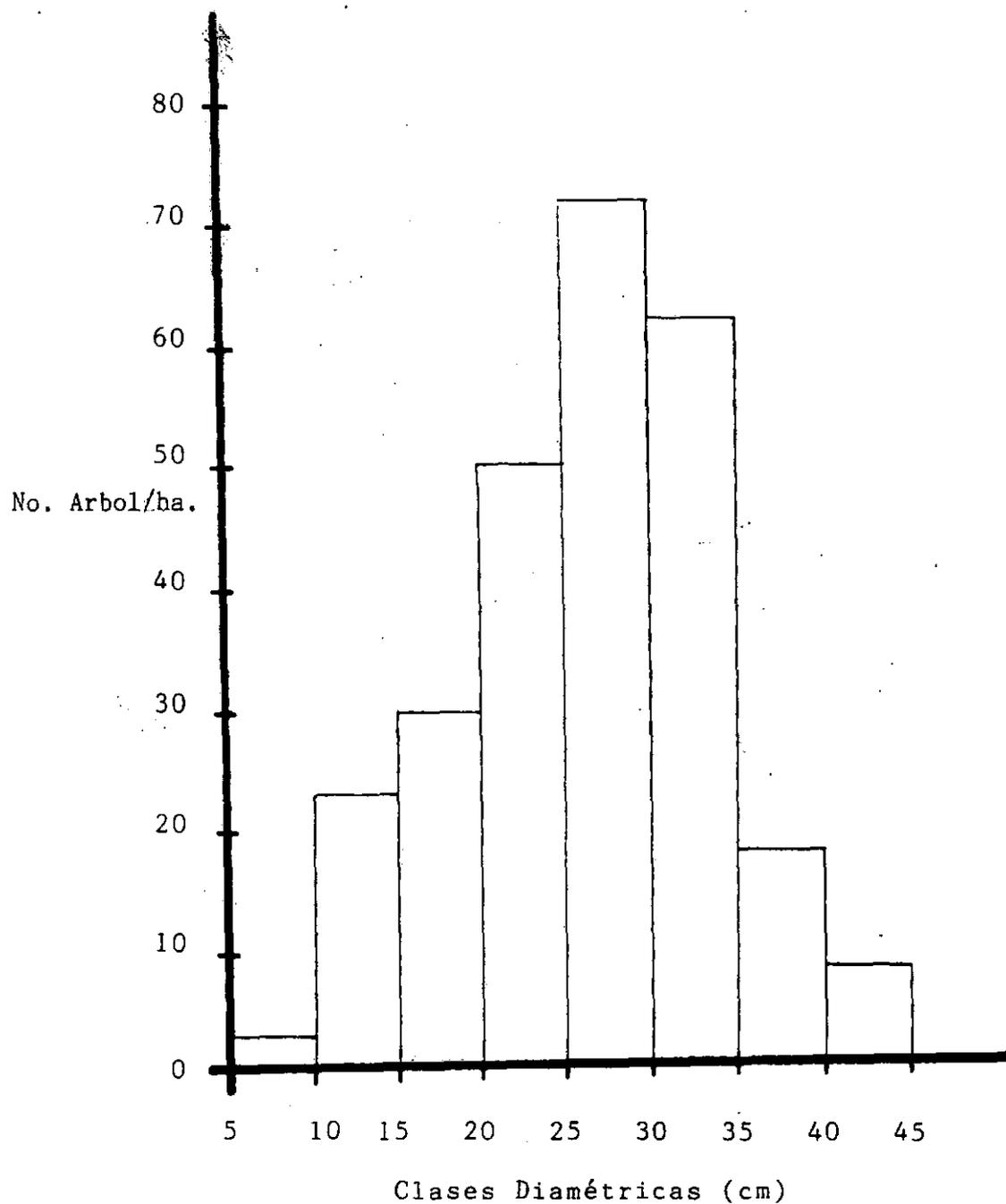


Figura No. 6: Distribución del Número de árboles/ha por clase diamétrica.

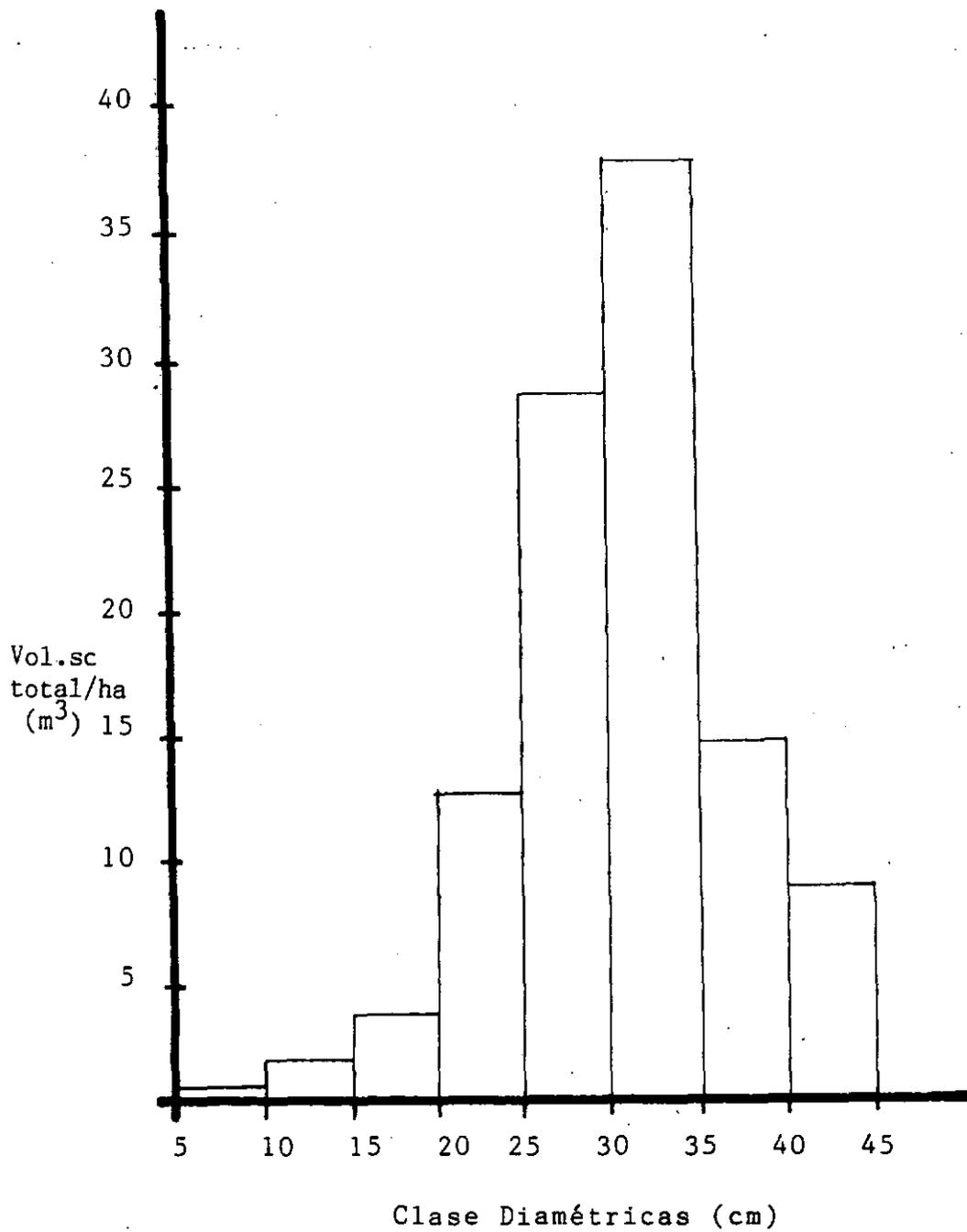


Figura No. 7: Distribución del Volúmen/ha por clase diamétrica.

que no tienen significancia en el volúmen - actual debido a que los incrementos de éstos árboles dominados son menores, si es que no se libera la competencia por luz y nutrientes. En otros casos se plantea la remoción de los árboles dominantes que han disminuido su crecimiento e incremento, para favorecer los estratos intermedios y dominados - que alcanzarán incrementos superiores a los obtenidos antes del manejo.

1.2 Estadísticas de las Variables Analizadas:

Las variables que se midieron están sujetas a cierto margen de error, y dependiendo del grado en que se dé, los datos pueden ser utilizados como representativos del rodal.

En el Cuadro Número 4 pueden observarse éstos estadísticos.

Cuadro No. 4: Estadísticas para dap, área basal total y Volúmen total por parcela

Variable	Media	Varianza	Desviación Standar	C.V. %	Error Standar	Error Muestreo (%)	Limites de confianza (v m ³)
dap	0.27150	0.00137	0.03710	13.66	----	-----	-----
g Total Parcela	1.54230	0.05150	0.22706	14.72	----	-----	-----
Altura	16.69000	14.08000	3.75180	22.48	----	-----	-----
Volúmen/Parcela	10.72500	3.79500	1.94810	18.16	1.6	14.96	10.725 [±] 1.6

Los coeficientes de variación (C.V.%) de dap y área basal presentan un comportamiento similar por la relación tan estrecha que existe entre éstas dos variables.

En cuanto a la altura y volúmen, el coeficiente de variación es un poco más alto, lo que implica una mayor dispersión entre éstas dos variables, aspecto que se atribuye principalmente a las parcelas con alta pedregosidad; es en ellas donde se registraron las alturas mayores.

El error de muestreo es de 14.96%, valor aceptado en mediciones forestales y que hace a los datos bastante confiables. Los límites de confianza para volúmen total por parcela es de 10.725 ± 1.6 , esperandose entonces un valor máximo por parcela de 12.325 m^3 , lo representa un volúmen total de $123.25 \text{ m}^3/\text{ha}$; y un mínimo de 9.125 m^3 por parcela, equivalente a $91.25 \text{ m}^3/\text{ha}$. Estos valores máximos y mínimos, coinciden exactamente con el promedio estimado en volúmen total de $107 \text{ m}^3/\text{ha}$.

1.3 Características Cualitativas:

Este tipo de características es necesario analizarlas, ya que muestra en gran parte el tipo de interacción existente entre las especies componentes del bosque y la actividad del hombre, las que son originadas principalmente por la competencia por luz, nutrientes, incendios forestales, ocoteo, genética, enfermedades y otros .

En el Cuadro No. 5 se presenta el número de árboles con fuste recto, fuste sinuoso, fuste bifurcado, inclinado, quemado superficialmente, ocoteado, árboles muertos, árboles con roya (cronartium sp.) y el número de árboles que presentan simultáneamente dos características.

Cuadro No. 5: Características cualitativas evaluadas en las Parcelas (%).

BLOQUE	PARCELA	CARACTERÍSTICAS CUALITATIVAS											
		1	2	3	4	5	6	1,6	2,5	2,3	7	8	9
A	1	52	33	6	-	6	-	3	-	-	100	12	2
	2	44	31	-	3	6	-	-	16	-	78	22	4
	3	63	24	-	-	-	-	-	5	8	92	8	3
B	1	28	64	-	-	-	4	-	-	4	100	-	-
	2	40	60	-	-	-	-	-	-	-	87	14	-
	3	41	24	-	-	6	6	-	23	-	94	18	-
M E D I A		45	39	1	0.5	3	1.6	0.5	7	2	92	12	1.5
No. de Arboles/Ha.		120	104	3	1	8	4	1	21	5	246	32	3

REFERENCIAS

- | | |
|--------------------|--|
| 1. Fuste Recto | 5. Arbol Inclinado |
| 2. Fuste Sinuoso | 6. Arbol con copa quebrada |
| 3. Fuste Bifurcado | 7. Arbol quemado superficialmente |
| 4. Arbol muerto | 8. Arbol Ocoteado |
| | 9. Arbol con roya (<u>Cronartium</u> sp.) |

Al observar el Cuadro No. 5 se aprecia que existen 120 árboles/ha con fuste recto y - 104 árboles/ha con fuste sinuoso. De los 267 árboles/ha que representan el valor promedio de la densidad del bosque, se encontraron 246 árboles con quemaduras de corteza y a veces hasta la albura se encuentra afectada, por la alta incidencia de incendios forestales en el área; factor que incide en la baja cantidad de regeneración natural que pueda existir y en el rendimiento del bosque, pues los árboles que resisten el fuego, utilizan parte de la época lluviosa en recuperar sus hojas y tejidos y no en incrementar los mismos.

El alto número de árboles con fuste sinuoso y bifurcado, se debe principalmente a que se han extraído los árboles mejor conformados para destinarlos al aserrío y producción de leña, dejando en el bosque los árboles con características genéticas no deseables.

El ocoteo es una práctica característica de los bosques en donde no se desarrolla un plan de manejo, presentando en este caso un total de 32 árboles/ha, mismos que por el corte efectuado en la base disminuyen en alto grado su crecimiento, son más susceptibles a plagas y enfermedades y fácilmente derribados por vientos fuertes.

En cuanto al número de árboles inclinados, este valor es mínimo, debido a que la baja densidad del bosque disminuye la competencia por luz entre ellos.

2. Relaciones Individuales entre Variables de Arboles Tumbados:

Los datos de los 28 árboles tumbados a la vecindad de las parcelas se presentan en el Cuadro No. 6, donde se evaluaron las variables: dap cc, altura total, Volúmen, edad y área basal; información con la cual se probó cinco diferentes modelos estadísticos de regresión para determinar - cual de ellos se ajustaba en mejor forma al comportamiento de los datos.

Cuadro No.6: Datos de dap, altura, volúmen, edad y área basal de árboles tumbados en las parcelas.

BLOQUE	PARCELA	Arbol No.	dap cc	h	v	g	Edad
A	1	1	14.00	11.30	0.1025	0.01539	30
		2	12.50	5.30	0.004691	0.09227	25
		3	20.50	10.30	0.2037	0.0333	38
		4	10.00	5.30	0.00294	0.0078	19
		5	26.00	12.50	0.3547	0.0531	38
	2	1	16.00	8.30	0.1178	0.0201	35
		2	26.00	11.30	0.3827	0.0531	37
		3	23.00	8.30	0.2446	0.04155	37
		4	21.00	11.30	0.1842	0.0346	30
	3	1	30.60	14.30	0.5770	0.0735	57
		2	26.20	12.30	0.35299	0.0539	62
		3	10.50	8.30	0.0454	0.0086	34
		4	18.00	10.30	0.1642	0.0254	52
		5	15.00	9.30	0.0928	0.0177	40
	B	1	1	18.50	12.30	0.1927	0.0269
2			24.00	15.30	0.3717	0.0452	42
3			11.50	6.30	0.0406	0.0104	32
4			14.00	7.30	0.0696	0.0154	36
2		1	34.00	14.30	0.7501	0.0908	47
		2	10.50	6.30	0.0372	0.0086	25
		3	17.00	9.30	0.1258	0.0227	35
		4	21.00	14.30	0.2007	0.0346	37
		5	25.00	13.30	0.3594	0.0491	38
3		1	18.00	8.30	0.1057	0.0254	42
		2	25.00	14.30	0.4284	0.0491	44
		3	21.00	19.30	0.3205	0.0346	42
		4	26.00	16.30	0.4490	0.0531	46
		5	10.00	5.30	0.0307	0.0078	10

2.1 Relación dap-altura:

En la relación dap-altura, el modelo que más se ajustó es el logarítmico, cuyo coeficiente de correlación es de 0.82966. Posteriormente el modelo cuadrático con un coeficiente de 0.79396, luego aparece el modelo geométrico, la raíz cuadrada y lineal todos altamente significativos. La ecuación del modelo logarítmico es la siguiente:

$$Y = 0.8893 * X^{0.8355}$$

En la figura No. 8 puede apreciarse esta relación.

2.2 Relación dap-Volúmen Real:

En esta relación el modelo más ajustado fué el logarítmico, con un coeficiente de correlación 0.98585, seguido del modelo cuadrático con un coeficiente de correlación 0.98220, posteriormente los modelos, raíz cuadrada, geométrico y lineal. La ecuación del modelo logarítmico es la siguiente:

$$Y = 0.0001 * X^{2.6249}$$

En la figura No. 8 puede apreciarse el comportamiento de los datos de éstas dos variables.

Estas ecuaciones tienen bastante utilidad práctica, ya que en muchos casos se hace imposible medir todas las variables, por lo que

bastará conocer el dap, para determinar la altura y el volúmen de los árboles y viceversa, con la limitante que éstos modelos son exclusivos para el bosque de San José La Arada, Chiquimula.

2.3 Relación Altura-Volúmen:

En este caso el modelo que mejor describe el comportamiento de los datos es el logarítmico, con un coeficiente de correlación de 0.89269, seguido del modelo geométrico con un coeficiente de 0.85537, posteriormente se encuentran en su orden: el modelo cuadrático, raíz cuadrada y lineal. La ecuación del modelo logarítmico es la siguiente:

$$Y = 0.0007 * x^{2.3603}$$

En la figura No. 9 puede observarse el comportamiento de éstas variables.

Altura
 $Y = 0.8893 * X^{0.8855}$
 $r = 0.82966$

Volúmen
 $Y = 0.0001 * X^{2.6249}$
 $r = 0.98585$

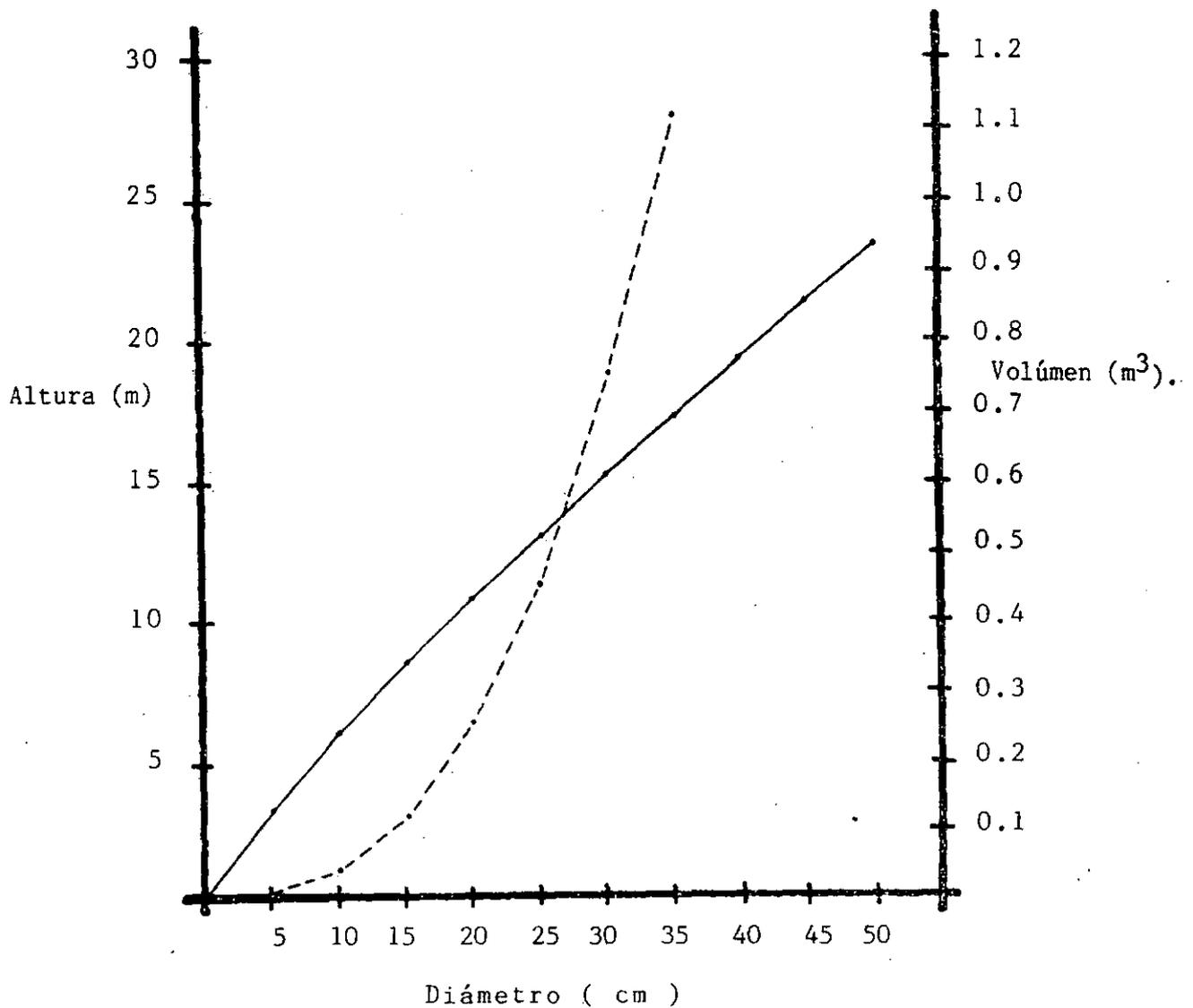


Figura No. 8: Relación Diámetro-Altura, Volúmen.

2.4 Relación Area Basal-Altura:

Para esta relación el modelo mejor ajustado es el logarítmico, con un coeficiente de correlación de 0.829613, seguido del modelo radical con un coeficiente de 0.79372, posteriormente aparecen: el cuadrático, el geométrico y el lineal. Todos los modelos son altamente significativos. El área basal debe procesarse en metros cuadrados para obtener la altura en metros. La ecuación del modelo logarítmico es la siguiente:

$$Y = 45.98532 * x^{0.41684}$$

2.5 Relación Area Basal-Volumen:

En esta relación el modelo que mejor se ajusta es el logarítmico, con un coeficiente de correlación de 0.86443, los restantes modelos presentan coeficientes cercanos a 0.65, por lo que se utiliza la ecuación del modelo logarítmico siguiente:

$$Y = 14.36687 * x^{1.22023}$$

De igual manera que en la relación area basal-altura, en ésta deben procesarse los datos en m² para obtener el volumen en m³.

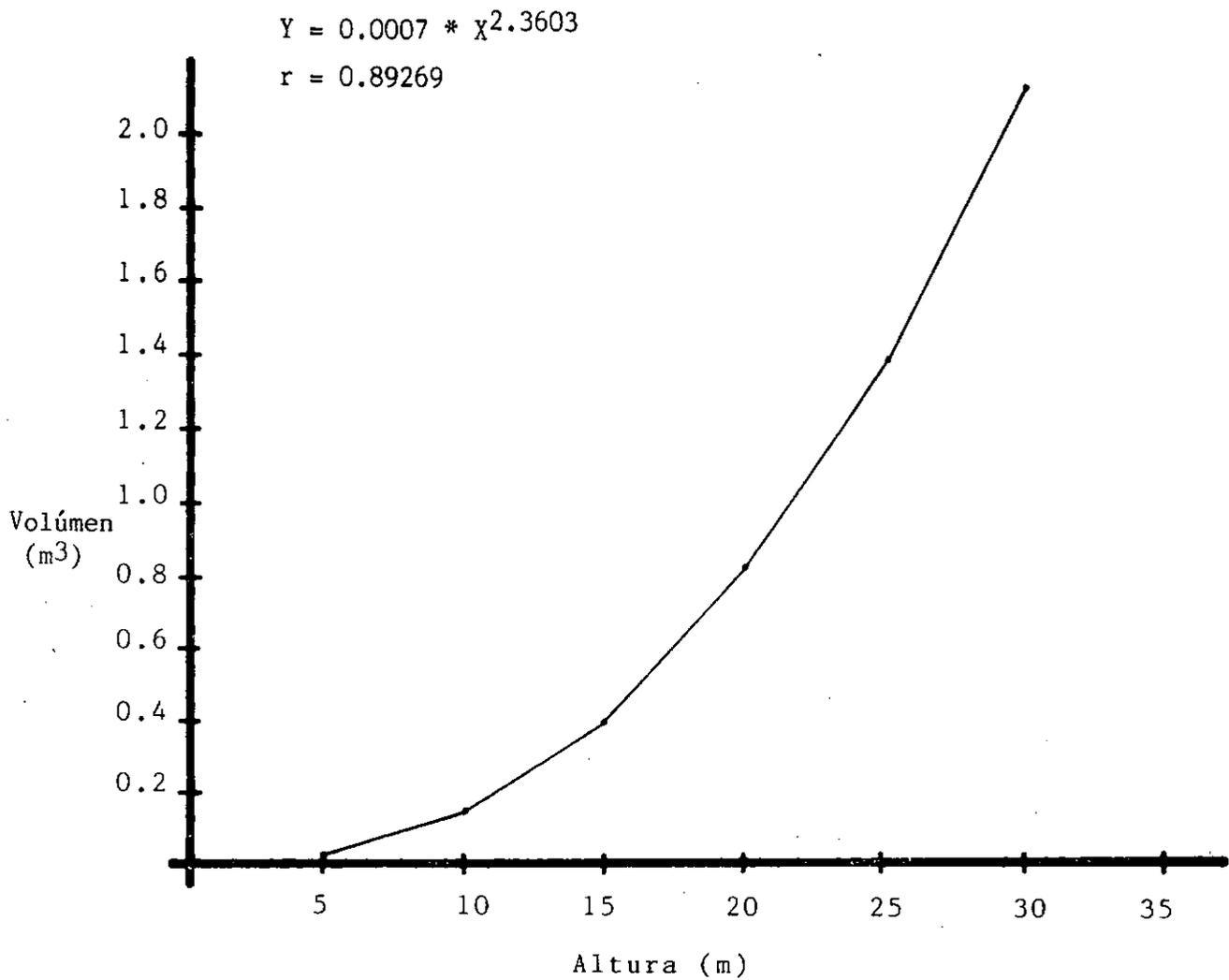


Figura No. 9: Relación Altura-Volúmen.

Como puede apreciarse, el modelo utilizado en las relaciones anteriores es el logarítmico debido al comportamiento similar de los datos; tanto en dap, altura y volúmen.

En el cuadro No. 7 puede observarse el modelo de regresión que mejor describe las distintas relaciones con sus respectivos coeficientes. Los coeficientes de correlación y determinación de las relaciones individuales para los 28 árboles analizados, son bastantes similares.

Cabe señalar que el volúmen utilizado para estas relaciones es de diámetro con corteza.

Cuadro No. 7: Resumen de los modelos y coeficientes para las distintas relaciones.

COEFICIENTE	M O D E L O A D E C U A D O				
	dap-h Logarítmico	dap-v Logarítmico	h-v Logarítmico	g-h Logarítmico	g-v Logarítmico
Correlación	0.82966	0.98585	0.89269	0.829613	0.86443
Determinación	0.6883	0.9718	0.77968	0.688257	0.74725
b_0	0.8893	0.0001	0.0007	45.98532	14.36687
b_1	0.8355	2.6249	2.3603	0.41684	1.22023

2.6 Relación Edad-Diámetro:

La edad de los árboles constituye la base para calcular el crecimiento e incremento en madera/año, de los bosques, y en especies con período de reposo anual se puede determinar la edad contando el número de anillos, los que disminuyen con relación a la altura. La edad es un parámetro importante en la planificación y manejo de los bosques naturales y artificiales.

En ésta relación, el modelo más apropiado es el geométrico, el que presenta un coeficiente de correlación de 0.74499, seguido del modelo logarítmico con un coeficiente de 0.72518, luego el cuadrático, raíz cuadrada y el lineal.

La Ecuación del modelo geométrico es la siguiente:

$$Y = 7.1838 \times 1.0252^X$$

En la figura No. 10 puede apreciarse el comportamiento de los datos ploteados en esta relación.

2.7 Relación Edad-Area Basal:

La representación gráfica del comportamiento de los datos puede apreciarse en la Figura No. 10, utilizando para su elaboración el -

modelo geométrico, con un coeficiente de - 0.74531, cuya ecuación es la siguiente:

$$Y = 0.0040 \times 1.0511^x$$

Esta curva sirve para determinar el rendimiento óptimo de determinada especie en una localidad, generalmente es una medida de la capacidad productiva del área para el crecimiento de una especie forestal. Actualmente existe una tendencia creciente para el dap y el área basal.

2.8 Relación Edad-Volúmen:

Esta relación se aprecia en la Figura No. 11 donde puede observarse que el crecimiento en volúmen aún no ha disminuido a los 65 años de edad del árbol, esto se atribuye principalmente a que el diámetro continúa su crecimiento, lo que explica el comportamiento similar en la forma de crecimiento del área basal y el volúmen. Por otro lado, el crecimiento en altura es bastante homogéneo durante este período.

El modelo mejor adaptado en esta relación es el geométrico con un coeficiente de correlación de 0.75470, seguido del modelo logarítmico con coeficiente 0.73779, posteriormente aparecen, el modelo raíz cuadrada, cuadrático y lineal.

La ecuación del modelo geométrico es la siguiente:

$$Y = 0.0125 \times 1.0693^x$$

Diámetro

$$Y = 7.11838 * 1.0252^X$$

$$r = 0.74499$$

Area Basal

$$Y = 0.0040 * 1.0511^X$$

$$r = 0.74531$$

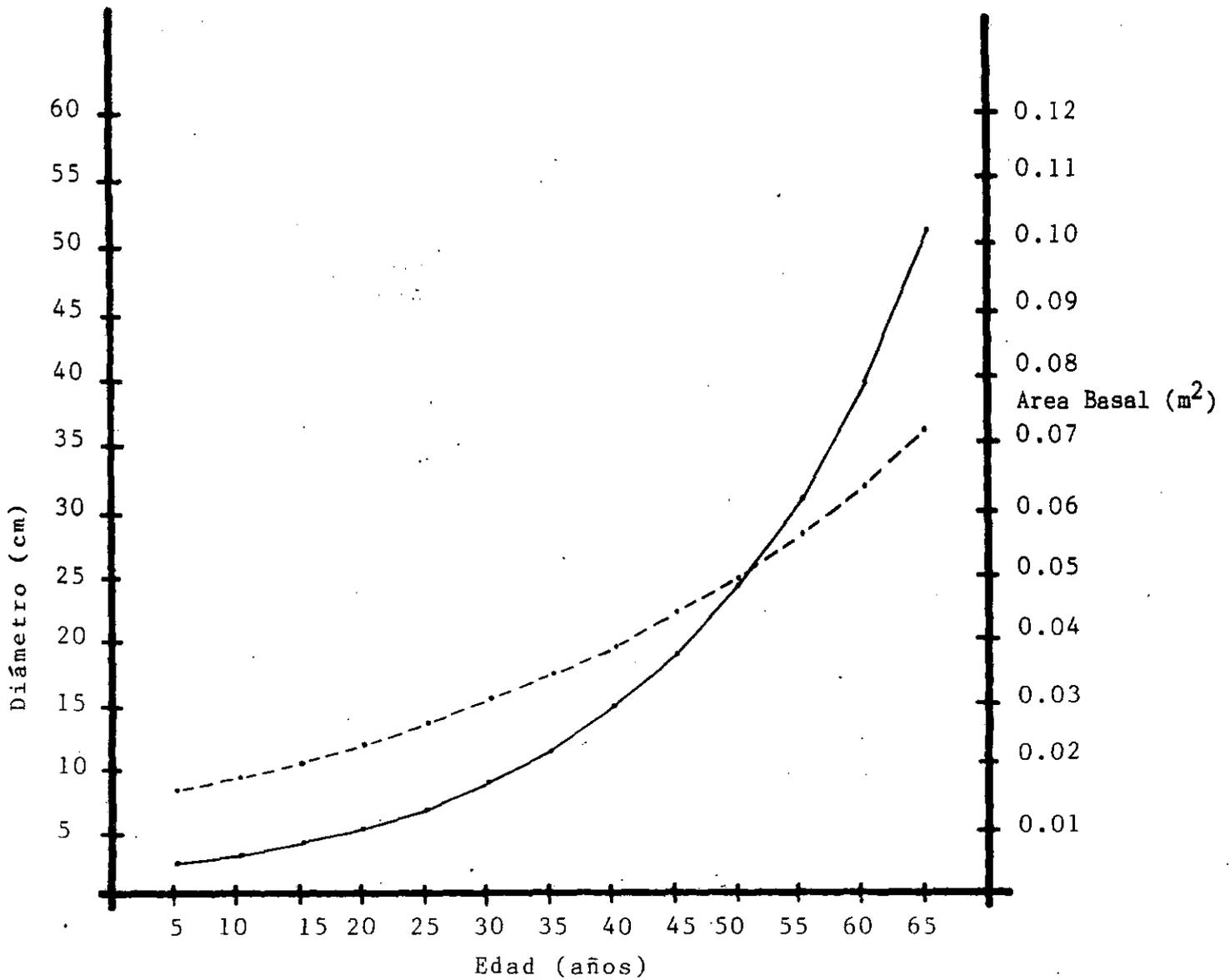


Figura No. 10: Relación Edad-Diámetro, Area Basal.

2.9 Relación Edad-Altura:

Para esta relación el modelo mejor ajustado es el logarítmico con un coeficiente de correlación de 0.71162, seguido del modelo geométrico con un coeficiente de 0.70440, posteriormente aparecen el modelo cuadrático, raíz cuadrada y lineal. Todos los modelos son altamente significativos. La ecuación del modelo logarítmico es la siguiente:

$$Y = 0.7503 \times X^{0.7264}$$

La gráfica originada de la ecuación anterior puede observarse en la figura No. 11.

Altura
 $Y = 0.7503 * X^{0.7264}$
 $r = 0.71162$

Volúmen
 $Y = 0.0125 * 1.0693^X$
 $r = 0.75470$

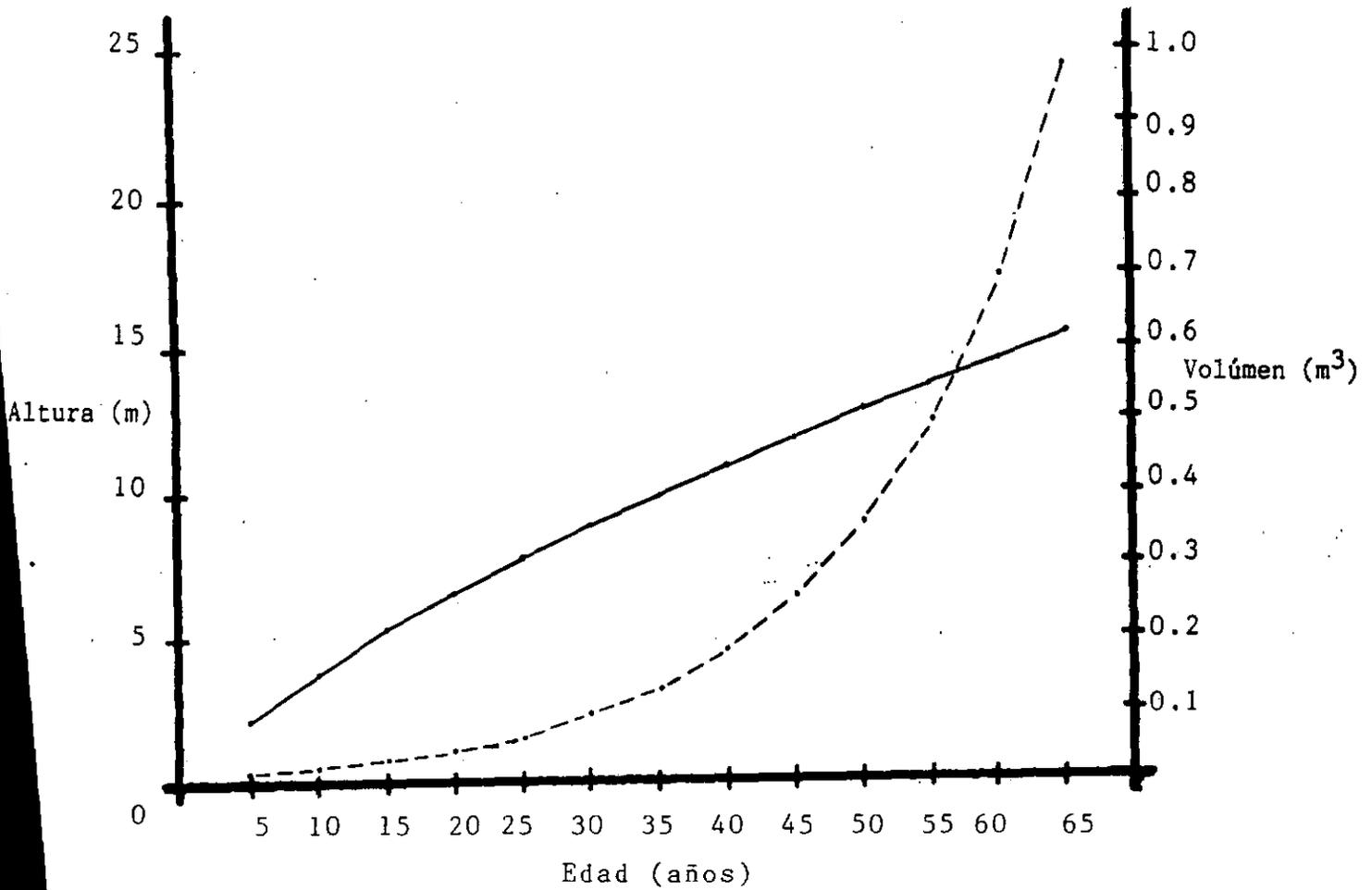


Figura No. 11: Relación Edad-Altura, Volúmen.

Cuadro No. 8: Resumen de los modelos y coeficientes para las relaciones Edad-dap, área basal, altura y volúmen.

COEFICIENTES	M O D E L O A D E C U A D O			
	Edad-dap Geométrico	Edad-g Geométrico	Edad-h Logarítmico	Edad-v Geométrico
Correlación,	0.74499	0.74531	0.71162	0.78470
determinación	0.5550	0.5554	0.5064	0.5695
b_0	7.1838	0.0040	0.7503	0.0125
b_1	1.052	1.0511	0.7264	1.0693

3. Incrementos:

Para determinar el incremento experimentado por los árboles individuales y el bosque en general, se utilizaron los datos de los 28 árboles tumbados que aparecen el cuadro No. 9.

Cuadro No. 9: Datos de incremento en dap, altura, volúmen y área basal de los árboles tumbados en las parcelas.

BLOQUE	Parcela	Arbol No.	Edad (año)	INCREMENTO dap (cm/año)	INCREMENTO g (m ² /año)	INCREMENTO h (m/año)	INCREMENTO v (m ³ /año)
A	1	1	30	0.470	0.000513	0.380	0.0034
		2	25	0.500	0.000490	0.212	0.0019
		3	38	0.540	0.000870	0.280	0.0054
		4	19	0.530	0.000420	0.280	0.0016
		5	38	0.660	0.00130	0.350	0.0095
	2	1	35	0.460	0.00058	0.240	0.0034
		2	37	0.700	0.0015	0.310	0.0104
		3	37	0.620	0.001123	0.23	0.00661
		4	30	0.70	0.001154	0.38	0.0062
	3	1	57	0.54	0.0013	0.26	0.0102
		2	62	0.42	0.00087	0.20	0.0057
		3	34	0.31	0.00026	0.25	0.0014
		4	52	0.34	0.00047	0.20	0.0031
		5	40	0.375	0.000443	0.24	0.0024
	B	1	1	45	0.41	0.000598	0.28
2			42	0.57	0.0011	0.37	0.009
3			32	0.36	0.000325	0.20	0.0013
4			36	0.39	0.00043	0.21	0.002
2		1	47	0.72	0.00194	0.31	0.016
		2	25	0.42	0.00035	0.252	0.0015
		3	35	0.49	0.00065	0.27	0.0036
		4	37	0.57	0.00094	0.39	0.0055
	5	38	0.66	0.0013	0.35	0.0094	
3	1	42	0.43	0.000605	0.20	0.0026	
	2	44	0.57	0.001116	0.33	0.0098	
	3	42	0.50	0.00083	0.46	0.00763	
	4	46	0.56	0.0011544	0.36	0.0098	
	5	10	1.00	0.00078	0.53	0.0031	
MEDIA			37.7	0.5291	0.000836	0.297	0.006

3.1 Incremento en diámetro:

En el cuadro No. 9 puede observarse, que el incremento promedio en diámetro es mayor en los terrenos que presentan un pendiente con exposición Oeste, pues en el bloque B se tiene un incremento de 0.5387 cm/año; mientras que en los terrenos con exposición este, el incremento es de 0.5197 cm/año; como lo muestra el Bloque A.

En cuanto a la pedregosidad no se detectó - diferencia significativas.

Para obtener el incremento medio con corteza de los árboles individuales, fué necesario medir el diámetro de todas las secciones de los 28 árboles analizados, este valor es de 0.5579 cm/árbol/año a lo largo de todo el árbol. El incremento diamétrico medio sin corteza de todo el árbol es de 0.5006 cm/árbol/año.

Se trabajó además con los datos de dap para obtener el incremento de éste; ya que es una de las variables más utilizadas al planificar el uso y manejo de los bosques, tanto a nivel nacional como mundial.

El incremento medio con corteza del dap en el bosque es de 0.5291 cm/árbol/año y 0.4625 cm/árbol/año, de incremento medio del dap - sin corteza.

La representación gráfica del comportamiento de los datos de incremento en diámetro con respecto a la edad, puede apreciarse en la figura No. 12, utilizando para su elaboración el modelo cuadrático, que presentó un coeficiente de correlación de 0.44237, su ecuación es la siguiente:

$$Y = 0.9743 + (-0.0206 * X) + 0.0002 * X^2$$

En la gráfica puede observarse que el comportamiento del incremento en diámetro es inversamente proporcional a la edad, llegando a estabilizarse en un valor medio de 0.45 cm/año a los cuarenta años de edad del árbol. A partir de esta edad el incremento en diámetro es constante, sin llegarse a determinar a que edad disminuye.

$$Y = 0.9743 + (-0.0206 * X) + 0.0002 * X^2$$

$$r = 0.44237$$

Incremento
dap
(cm/año)

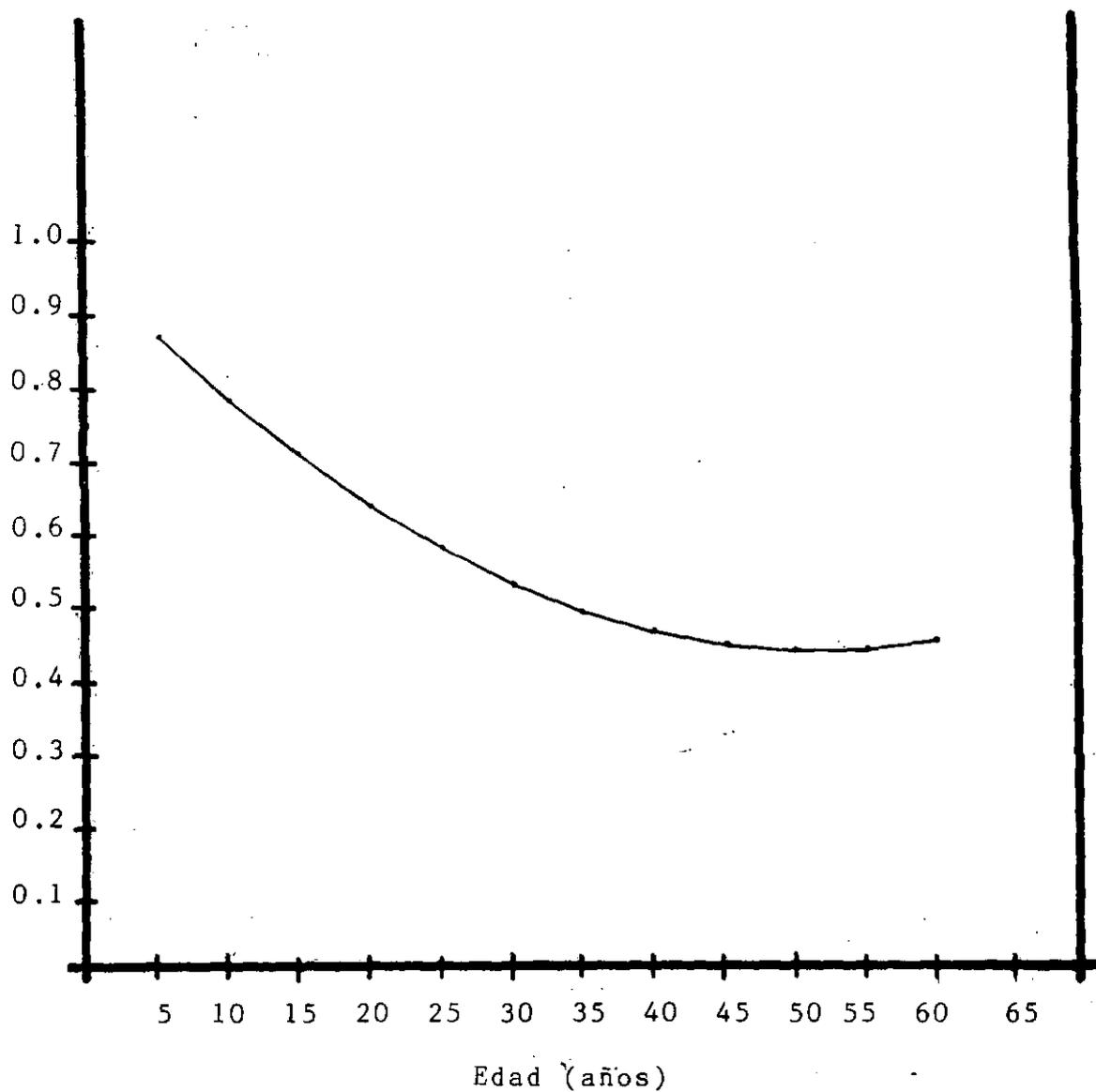


Figura No. 12: Incremento en Diámetro de Pinus oocarpa en las Parcelas Experimentales de San José La Arada, Chiquimula.

3.2 Incremento en Area Basal:

Este incremento está en íntima relación con el incremento en diámetro, con la ventaja de poder expresar los resultados por unidad de área, mismos que son tan necesarios, igual que los incrementos diamétricos para la adecuada planificación y manejo de bosques. El incremento medio del área basal con corteza es de $0.000836 \text{ m}^2/\text{árbol/año}$, que al multiplicarlo por la densidad media obtenida en el bosque que es de 267 árboles/ha, tenemos un incremento total de $0.2233 \text{ m}^2/\text{ha/año}$; - considerandose para obtener este valor, el dap con corteza.

Según puede observarse en la Figura No. 13 el incremento en área basal es directamente proporcional a la edad, presentando valores más altos a medida que aumenta la edad. - Esto confirma que el crecimiento de los árboles en área basal aún continúa.

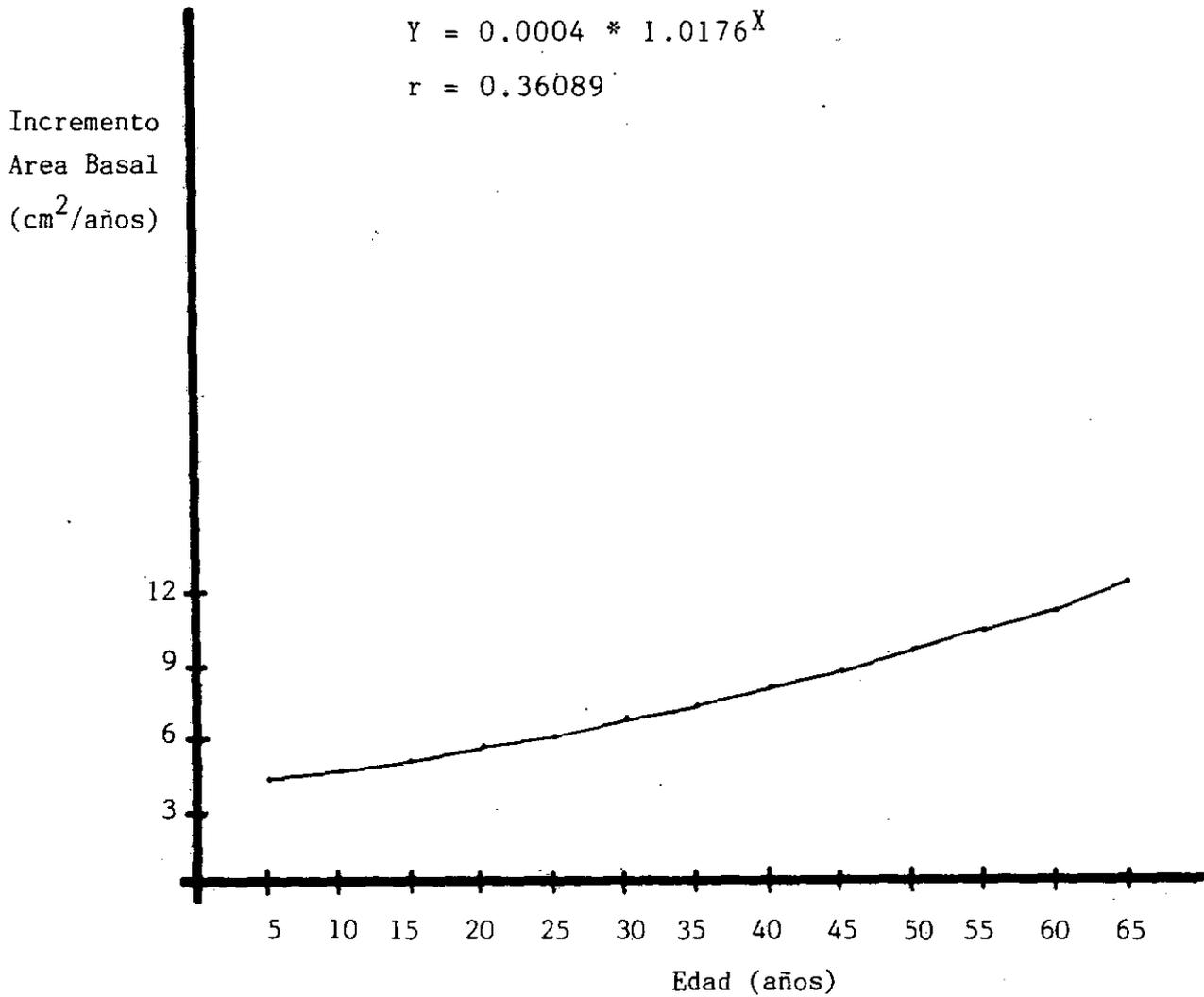


Figura No. 13: Incremento en área basal de Pinus oocarpa en San José La Arada, Chiquimula.

3.3 Incremento en Altura:

El Incremento promedio en altura es de 0.2970 m/árbol/año, presentando los valores más altos en los primeros y últimos años, 0.43 y 0.44 respectivamente. Los incrementos menores los presenta de los 30 a 35 años de edad. El crecimiento en altura aún continúa presentado incrementos mayores a partir de los 45 años, esto seguramente debido a la competencia por radiación solar existente a partir de esta edad.

La curva de incremento en altura puede apreciarse en la Figura No. 14.

Incremento
En altura
(m/año)

$$Y = 0.4661 + (-0.0069 * X) + 0.0001 * X^2$$
$$r = 0.35840$$

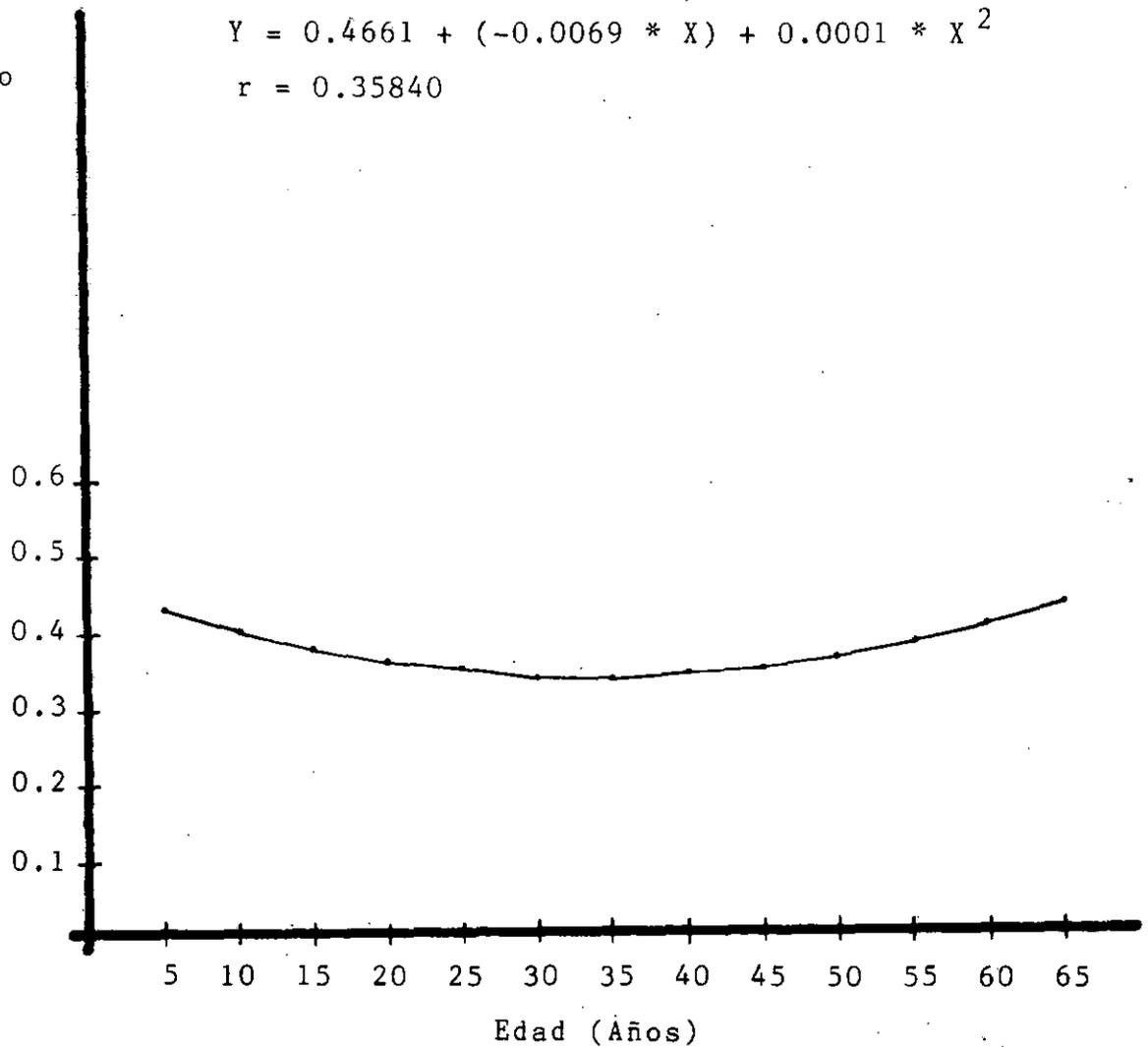


Figura No. 14: Incremento en altura de Pinus oocarpa En San José La Arada, Chiquimula.

3.4 Incremento en Volúmen:

El incremento en volúmen presenta un valor promedio de $0.006643 \text{ m}^3/\text{árbol/año}$, un valor promedio de $1.78 \text{ m}^3/\text{ha/año}$ y un volúmen total por ha de 107 m^3 .

El incremento presenta un variación bastante definida, con oscilaciones de 0.0014 en el año 5 y 0.011 en el año 65. Estas variaciones son muy notables por la influencia del diámetro y la altura en la obtención del volúmen, el cual también manifiesta una tendencia creciente similar a éstas variables, como se aprecia en la Figura No. 15.

El Incremento de $1.78 \text{ m}^3/\text{ha/año}$, obtenido en el bosque es bastante bajo si lo comparamos con el incremento de $9.7820 \text{ m}^3/\text{ha/año}$, reportado por Nuñez (16) en un estudio similar realizado en la finca Chichen, Cobán, Alta Verapaz, con la especie Pinus maximinoi H.E. Moore.

El bosque de San José La Arada, merece especial atención en cuanto al tipo de uso y manejo a aplicar; pues con los incrementos tan bajos que presenta, no es técnica y económicamente procedente explotarlo con fines maderables, más vale la pena estudiar la factibilidad de extraer resina u otros subproductos.

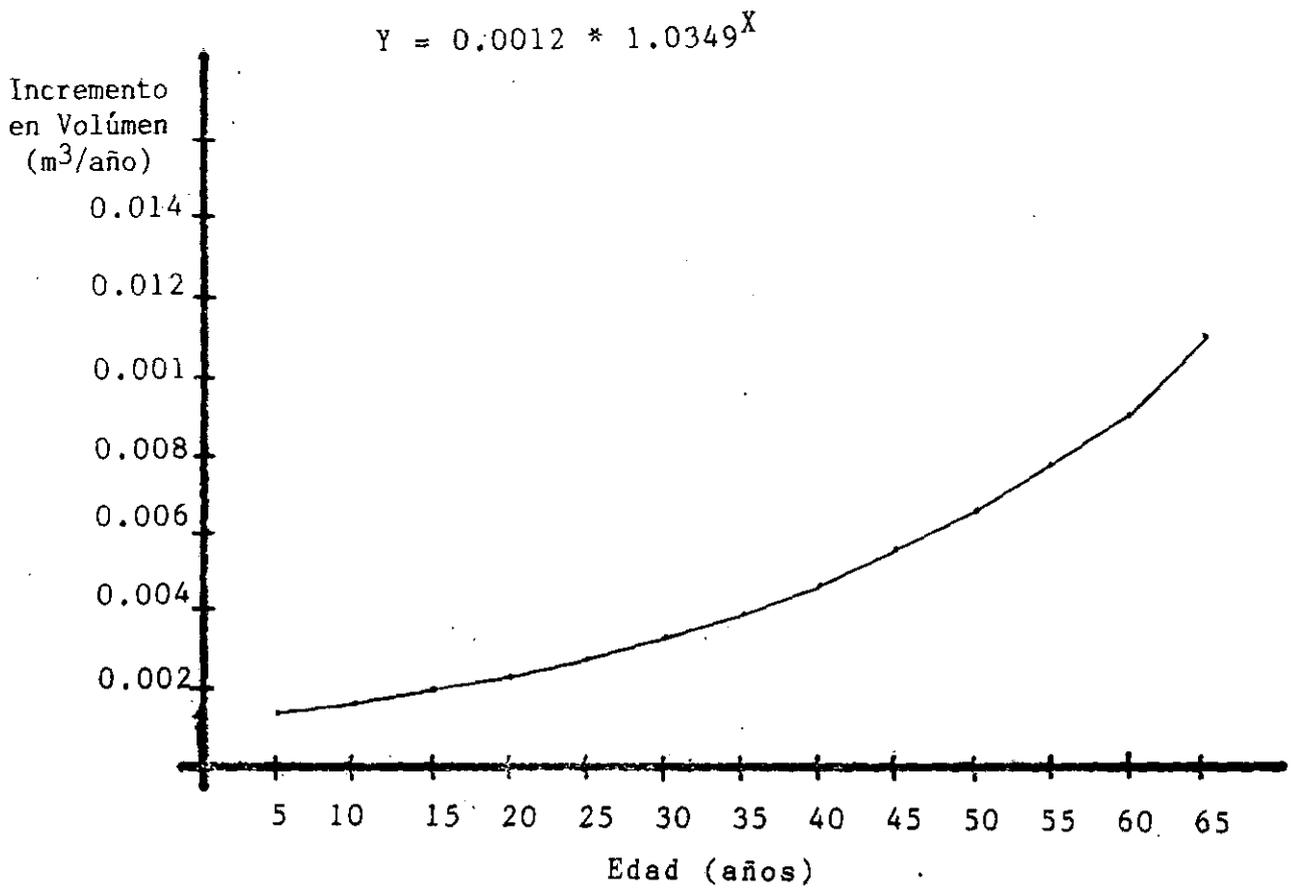


Figura No. 15: Incremento en Volúmen de Pinus oocarpa en San José La Arada, Chiquimula.

Este bajo rendimiento en volúmen de madera es consecuencia de los constantes incendios forestales en el área, los que no permiten la acumulación de materia orgánica en el piso del bosque y por lo tanto impiden el reciclaje de nutrientes, limitan la acumulación de agua en el suelo, destruyen la flora microbiana, alteran las propiedades físicas y químicas del suelo; afectan la corteza, albura, follaje de los árboles y destruyen la regeneración natural.

El bajo rendimiento se manifiesta además por la deficiencia de elementos como el fósforo, potasio, calcio y sodio en el suelo, mismos que restringen el desarrollo óptimo del Pinus oocarpa.

Por otro lado, la poca precipitación que se presenta en el área también limita el crecimiento de la especie.

4. Análisis del Fuste:

Este es un análisis de los anillos anuales de los árboles que se cortaron en secciones o discos, obtenidos uniformemente a todo lo largo del fuste para reconstruir las dimensiones promedio de los árboles, logrando con esto graficar el desarrollo de los árboles del rodal en el pasado.

En el Cuadro No. 10 se aprecian los datos que originan el gráfico fustal, utilizando para ello los valores promedio de los árboles analizados.

Cuadro No. 10: Promedio de las variables utilizadas en el análisis fustal.

Edad de la Sección (años)	Altura (m)	Edad de Crecimiento (años)	Diámetro con corteza (cm)	Diámetro Sin Corteza (cm)	Volúmen Por Sección (m ³)	Volúmen Acumulado (m ³)
37.70	0.3	2	22.41	18.925	0.008	0.0080
34.00	1.3	5.7	19.46	17.175	0.023	0.0462
32.00	2.3	7.7	17.78	15.94	0.020	0.0662
30.00	3.3	9.7	16.44	14.95	0.176	0.0837
28.00	4.3	11.7	15.3	14.03	0.0155	0.0992
27.00	5.3	12.7	14.3	13.09	0.0135	0.1126
26.50	6.3	14.2	14.14	12.99	0.0132	0.1259
25.80	7.3	14.9	13.80	12.69	0.0126	0.1385
24.40	8.3	16.3	12.45	11.49	0.010	0.1489
24.00	9.3	16.7	12.32	11.12	0.0097	0.1586
23.00	10.3	17.7	11.49	10.48	0.0086	0.1672
22.00	11.3	18.7	9.95	9.14	0.0066	0.1738
21.00	12.3	19.7	9.40	8.57	0.0058	0.1796
20.50	13.3	20.2	8.55	7.80	0.0048	0.1844
20.00	14.3	20.7	7.20	6.50	0.0033	0.1877
19.00	15.3	21.7	7.00	6.40	0.00322	0.1910
17.50	16.3	23.2	5.60	5.15	0.0021	0.1930
17.00	17.3	23.7	5.50	5.00	0.002	0.1950
16.00	18.3	24.7	4.00	3.80	0.0012	0.1960
15.00	19.3	25.7	3.30	3.00	0.00071	0.1990

En la Figura No. 16 se aprecia el comportamiento de la edad y el diámetro relacionado con la altura.

La edad hasta donde se trabajó ésta gráfica fué a 26 años, pues en diámetros menores de 3 centímetros, se dificultaba demasiado la lectura de anillos, por el contrario el bosque presenta una edad promedio de 37.7 años. El diámetro promedio a la altura del tocón es de 22.41 cm.

En la gráfica puede observarse que a una edad en el tocón, de 15 años corresponde una altura de 7.3 mts; a una edad de 20 años corresponde una altura de 12.5 m. y así sucesivamente.

De igual forma se relaciona el diámetro con la altura del árbol, de tal manera que para un diámetro del tocón de 12 cms corresponde una altura de 12 m; para un diámetro de 16 cms. Se obtiene una altura de 18 m aproximadamente; y así sucesivamente.

5. Factor Mórfico:

Este coeficiente se obtiene de relacionar el volúmen real del árbol con su volúmen ideal, representado por un cilindro. Para éste parámetro se obtuvo el promedio de los 28 árboles analizados.

Utilizando la fórmula de Smalian se determinó un coeficiente de 0.5929.

$$\text{Factor Mórfico} = \frac{\text{Volúmen Real}}{\text{Volúmen Ideal}} = 0.5929.$$

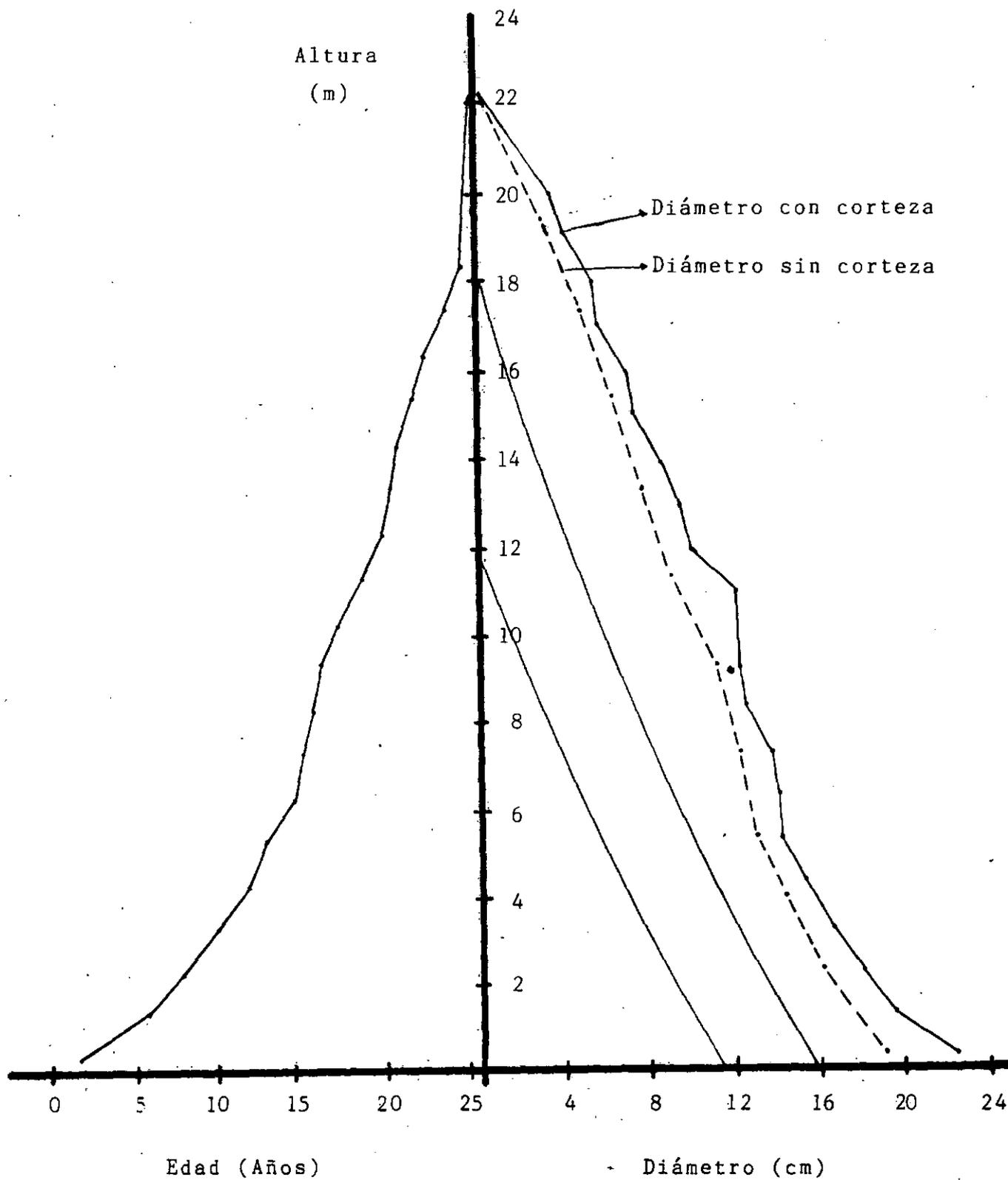


Figura No. 16: Sección Longitudinal del Fuste promedio.

VI. CONCLUSIONES

1. El bosque presenta una densidad baja por el aprovechamiento efectuado en el año 1,974 y las talas selectivas constantes en el área; lo que ha favorecido el crecimiento diametral de los árboles. El incremento diamétrico es de 0.5291 cm/árbol/año, valor considerado de baja magnitud.
2. Los aprovechamientos selectivos han bajado la calidad de material genético del bosque residual existente; esto explica la alta cantidad de árboles con fuste sinuoso y bifurcado que existen en el área.
3. Debido a los constante incendios forestales que afectan este bosque el 94.375% de los árboles presentan la corteza quemada. El fuego no permite que la regeneración natural se establezca para formar varios estratos en el bosque.
4. El crecimiento de los árboles es bastante lento, debido a los frecuentes incendios forestales; a la deficiencia de elementos como el fósforo, potasio, calcio y sodio; bajo % de saturación de bases y a características físicas limitantes como pedregosidad y poca profundidad que hacen un suelo pobre y con serias limitaciones para el desarrollo de la especie.
5. En las relaciones alométricas, el modelo de regresión que mejor se adapta a la forma como se dis-

tribuyen los datos de: Diámetro, Altura, Area Basal, Volumen y Edad, fue el logarítmico; que es el más utilizado en crecimiento de poblaciones. En estas relaciones, se observa que el crecimiento en diámetro, altura, área basal y volumen aún continúan.

6. El incremento en área basal y volumen se comporta directamente proporcional a la edad, mientras que el incremento en diámetro lo hace de manera inversa. Por otro lado, la altura presentó sus incrementos más altos durante los primeros y últimos 15 años de crecimiento, mientras que sus valores más bajos se registraron de los 30 a los 35 años de edad.

VII. RECOMENDACIONES

1. Desarrollar y ejecutar un plan intensivo para el control de incendios forestales y la roya del pino (Cronartium sp.).
2. Desarrollar un plan de manejo para el bosque, relacionando el potencial que éste sitio presenta, con factores económicos y ecológicos.
3. Estudiar la factibilidad de aprovechar la resina de los árboles, debido al bajo rendimiento en madera y a la presencia de roya en los conos (Cronartium sp.); esto último limita la posibilidad de extraer semilla con fines comerciales.
4. Continuar con los registros de las parcelas establecidas en este estudio, para determinar la época en que los árboles disminuyen su crecimiento, a fin de aprovecharlos y comparar resultados con otros estudios similares realizados en diferentes regiones del país.
5. Establecer parcelas permanentes en lugares de la región con distinto suelo y diferentes condiciones climáticas, para tipificar las distintas calidades de sitio y el crecimiento de P. oocarpa.

VIII. BIBLIOGRAFIA

1. AGUILAR, J. I. 1961. Los pinos de Guatemala. Guatemala, Ministerio de Agricultura. 51 p.
2. ALDER, D. 1980. Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento, con referencia especial a los trópicos. FAO. Estudio FAO: Montes 22/2. v. 1, 118 p.
3. BAKER, F. Principles of silviculture. New York, EE.UU., Mc Graw Hill. p. 48-50.
4. BROADFOOT, W. M. 1969. Problems in relating soil to site for southern hardwoods. Forest Science 15 (4):345-364.
5. CAMPOS, J. C. 1970. Estudio sobre índice de sitio e tabe-las de volume e producao para Pinus elliottii Engelm. no Estado de Sao Paulo, Brasil. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C. R., IICA. 82 p.
6. COILE, T. S. 1935. Relation of site index for shortleaf pine to certain physical properties of the soil. Journal of Forestry. 33 (8):726-730.
7. CRUZ, R. DE LA. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. p. 18-20.
8. FORRISTAL, F. F.; GASSEL, S. P. 1955. Soil properties related to forest cover type and productivity on the lee forest snohomich country. Soil Science Society of America Proceedings 19 (3):384-389.
9. GAITIA, J. F. 1954. Estudio del incremento volumétrico del Cupressus lusitanica Miller. en relación a la edad y al sitio. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C. R., IICA. 58 p.
10. HANNAH, P. R. 1968. Estimating site index for White and Black oaks in Indiana from soil and topographical factors. Journal of Forestry 66 (7):412-417.
11. HONDURAS. CORPORACION HONDUREÑA DE DESARROLLO FORESTAL. 1976. Manual de establecimiento y análisis de parcelas permanentes de rendimiento. Honduras. 28 p.
12. HUSCH, B.; MILLER, C.; BEERS, T. 1971. Forest mensuration 2 ed. EE.UU., Wiley. 410 p.
13. ISOLAN, F. B. 1972. Estudio de qualidade de sitio para Pinus caribaea Morelet var. hondurensis Barret e Gollfari no cantao de Turrialba, Costa Rica. Tésis Mag. Sc. Turrialba, C. R., IICA. 98 p.

14. JADAN P., S. V. 1972. Sistema de clasificación de índices de sitio para Eucaliptus deglupta Bl. en Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C. R., IICA. 98 p.
15. LOJAN, L. 1967. Periodicidad del clima y del crecimiento de especies forestales en Turrialba, Costa Rica. Turrialba (C. R.) 17 (1):71-83.
16. NUÑEZ S., O. M. 1986. Estudio de crecimiento y rendimiento de Pinus maximinoi H. E. Moore., en Cobán, Alta Verapaz. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 130 p.
17. PETERS, R. 1977. Tablas de volumen para las especies coníferas de Guatemala. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. Doc. de Trabajo no. 17. 162 p.
18. SIMMONS, CH.; TARANO, J. M.; PINTO, J. H. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra. p. 470-581.
19. TSCHINKEL, H. 1972. La clasificación de sitios y el crecimiento del Cupressus lusitanica en Antioquía, Colombia. Revista Facultad Nacional de Agronomía (Col.) 27 (1): 3-30.
20. VAN SOEST, J. et al. 1969. La normalización de los símbolos en Dasometría. Roma, FAO. 19 p.
21. YOUNG, H. E. 1972. Forest soils-site index studies in Maine. Soil Science Society of America Proceedings 18 (1):85-87.

10. 180.
[Handwritten signature]



Apéndice No. 2

FORMULARIO PARA TOMA DE DATOS DE ANILLOS

EXPERIMENTO _____

ESPECIE _____

SITIO _____ PARCELA _____

NUMERO ARBOL _____ FECHA CORTE _____ FECHA LECTURA _____

ANOTADOR _____ FIRMA _____

No. Disco	Altura de Corte (m)	No..de anillos en corte transversal				Anillos en la Sección (\bar{X} de 1, 2, 3, 4.)	Edad de Sec ción	Diámetro con corteza	Diámetro sin corteza
		1	2	3	4				
1	0.3								
2	1.3								
3	2.3								
4	3.3								
5	4.3								
6	5.3								
7	6.3								
8	7.3								
9	8.3								
10	9.3								
11	10.3								
12	12.3								
13	14.3								
14	16.3								
15	18.3								
16	20.3								
17	21.3								
18	22.3								

ESCUELA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

Apéndice No. 3

Datos Climáticos de las Estaciones: Chiquimula, Ipala y la Cuesta, Ipala.

,Mes:	CHIQUIMULA		IPALA		CUESTA, IPALA	
	pp(mm)	T Media °C	pp(mm)	T Media °C	pp(mm)	T media °C
Enero	0.85	24.3	3.02	23.0	0.70	No presenta Reg.
Febrero	0.65	25.4	2.44	23.3	0.4	No presenta Reg.
Marzo	1.70	26.5	4.85	25.4	1.3	No presenta Reg.
Abril	15.65	28.5	10.97	26.26	1.8	No presenta Reg.
Mayo	82.0	28.7	82.58	26.31	114.5	No presenta Reg.
Junio	75.30	27.3	188.14	24.56	248.0	No presenta Reg.
Julio	111.75	26.6	156.77	24.13	158.4	No presenta Reg.
Agosto	129.10	27.0	141.98	24.35	141.30	No presenta Reg.
Septiembre	145.30	25.4	213.86	23.94	170.0	No presenta Reg.
Octubre	62.95	26.5	97.65	23.46	49.70	No presenta Reg.
Noviembre	9.80	24.6	15.27	23.16	6.0	No presenta Reg.
Diciembre	1.75	24.2	2.39	22.2	0.00	No presenta Reg.
	<u>736.8*</u>	<u>26.3**</u>	<u>937.35*</u>	<u>24.18**</u>	<u>892.10*</u>	

84

*Total por año
 **Media por año.

Apéndice No. 4

Datos Generales de los 28 árboles analizados

No.	Edad Total	D.A.P. cc	A.B. cc	D.A.P. sc	A.B. sc	Altura total	Volúmen real cc	Volúmen FAO cc
1	30	14.0	0.01539	13.5	0.0143	11.3	1.0250	0.09040
2	25	12.5	0.01227	11.0	0.0095	05.3	0.0469	0.05060
3	19	10.0	0.00780	07.0	0.0038	05.3	0.0294	0.04200
4	38	20.5	0.033	17.0	0.0227	10.3	0.2037	0.1512
5	39	26.0	0.0531	22.0	0.0380	12.3	0.3547	0.2656
6	35	16.0	0.0201	14.5	0.0165	08.3	0.1178	0.0878
7	37	26.0	0.0531	24.9	0.0471	11.3	0.3827	0.2462
8	37	23.0	0.0416	21.0	0.0346	08.3	0.2446	0.1529
9	30	21.0	0.0346	16.0	0.0201	11.3	0.1842	0.1699
10	45	18.5	0.0269	16.0	0.0201	12.3	0.1927	0.1477
11	42	24.0	0.0452	22.0	0.0380	15.3	0.3717	0.2799
12	32	11.5	0.0104	08.0	0.005	06.3	0.0406	0.0507
13	36	14.0	0.0154	12.0	0.0113	07.3	0.0696	0.0679
14	47	34.0	0.0908	32.0	0.0804	14.3	0.7501	0.5016
15	25	10.3	0.0086	09.0	0.0064	06.3	0.0372	0.0468
16	35	17.0	0.0227	15.0	0.0177	09.3	0.1258	0.104
17	27	21.0	0.0346	18.0	0.0255	14.3	0.2007	0.2079
18	38	25.0	0.0491	24.0	0.0452	13.3	0.3594	0.2656
19	57	30.6	0.0735	28.0	0.0616	14.3	0.5770	0.4114
20	62	26.2	0.0539	23.5	0.0434	12.4	0.3529	0.2693
21	34	10.5	0.0086	09.2	0.0066	08.3	0.0454	0.0531
22	54	18.0	0.0254	15.5	0.0188	10.3	0.1642	0.1227
23	40	15.0	0.0177	12.5	0.0123	09.3	0.0928	0.0869
24	42	18.0	0.0254	16.0	0.0201	08.3	0.1057	0.1041
25	44	25.0	0.0491	23.0	0.0415	14.3	0.4284	0.2835
26	42	21.0	0.0346	19.8	0.00306	19.3	0.3205	0.2713
27	46	26.0	0.0531	22.0	0.0380	16.3	0.4490	0.3433
28	10	10.0	0.0078	08.5	0.0057	05.3	0.0307	0.0420
Media	37	19.46	0.03299	17.17	0.02625	10.73	0.2608	0.1756

Referencias: Edad total = Años
D.A.P. = Cms
A.B. = m²
Altura Total = Mts.
Volúmen = m³
No. = Número/árbol.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1543

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia
Asunto

"IMPRIMASE"



Anibal B. Martinez M.
ING. AGR. ANIBAL B. MARTINEZ M.
DECANO

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central