

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

**“Determinación de índices de sitio y estudio de crecimiento
de ciprés común (Cupressus lusitanica Miller)
establecido en plantación, en tres localidades
del Departamento de Guatemala”.**

TESIS

Presentada a la Honorable Junta Directiva
de la Facultad de Agronomía de la
Universidad de San Carlos de Guatemala

POR

JULIO GUSTAVO LOPEZ PAYES

en el acto de investidura como

INGENIERO AGRONOMO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

en el Grado Académico de

LICENCIADO

Guatemala, Mayo de 1992.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

DR. ALFONSO FUENTES SORIA

JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Agr. Efraín Medina Guerra
VOCAL I	Ing. Agr. Mynor Estrada Rosales
VOCAL II	Ing. Agr. Waldemar Nufio
VOCAL III	
VOCAL IV	Elías Raymundo
VOCAL V	Francisco Ibarra
SECRETARIO	Ing. Agr. Marco R. Estrada Muy.

Guatemala, abril de 1992.

Miembros Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señores:

De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado: "DETERMINACION DE INDICES DE SITIO Y ESTUDIO DE CRECIMIENTO DE CIPRES COMUN (Cupressus lusitanica Miller) ESTABLECIDO EN PLANTACION, EN TRES LOCALIDADES DEL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA". Presentado como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Recursos Naturales Renovables, en el grado académico de Licenciado.

Esperando contar con la aprobación del mismo, me suscribo,

Atentamente,



Julio Gustavo López Payés.

TESIS QUE DEDICO

- A: LA FACULTAD DE AGRONOMIA.
- A: LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.
- A: MIS COMPAÑEROS DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES, PRINCIPALMENTE A JOSE ARMANDO OXLAJ, NORMAN RODRIGUEZ, RUDY VASQUEZ Y ROBERTO ORDONEZ, POR LOS MOMENTOS QUE HEMOS COMPARTIDO.
- A: El Colegio Mariano y Rafael Castillo Córdova.

ACTO QUE DEDICO

- A: DIOS Y A LA VIRGEN MARIA.
- A: MIS PADRES GUSTAVO Y MINA, POR SU AMOR Y CONSTANTE SACRIFICIO HACIA SUS HIJOS.
- A: MIS HERMANOS NANDO, ISA Y FLORECITA.
- A: MI NOVIA MARIA ELENA BENDFELDT.
- A: MI FAMILIA, EN ESPECIAL A MIS TIOS Y PRIMOS.
- A: MIS AMIGOS EN GENERAL.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mis más sinceros agradecimientos a todas las personas que de distintas maneras colaboraron en la realización de este trabajo, especialmente:

A mis asesores Ings. Agrs. Luis Alberto Castañeda y Luis Fernando Ortiz, por su asesoría y revisión del presente trabajo de tesis.

Al Ing. Agr. Oscar Nuñez, por su colaboración y aporte técnico al desarrollo del estudio.

Al Ing. Agr. Marino Barrientos por su colaboración y asesoría en el procesamiento y análisis estadístico de los datos.

A mi compañero Rudy Vasquez, por su ayuda en el desarrollo del trabajo de campo y toma de datos.

Al señor Roberto Pontaza, propietario de la finca El Tambor en Palencia, por sus finas atenciones y desinteresada colaboración para trabajar en su finca.

A Sergio Seijas y a la familia Seijas Paiz por permitirme el uso de su equipo de computación para la elaboración de este trabajo de tesis.

CONTENIDO	PAGINA
Indice de cuadros	iii
Indice de figuras	v
Abreviaturas	vi
RESUMEN	1
1. INTRODUCCION	3
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
3. MARCO TEORICO	6
3.1 MARCO CONCEPTUAL	6
3.1.1 El crecimiento y sus expresiones	6
3.1.2 Requerimientos ambientales del ciprés	7
3.1.3 Crecimiento del ciprés en relación a los factores del sitio	10
3.1.4 Calidad de sitio	11
3.1.5 Indice de sitio	14
A. Uso de la altura dominante como indicador de indice de sitio	15
B. Curvas de índice de sitio	16
3.2 MARCO REFERENCIAL	19
3.2.1 Plantación A	19
A. Ubicación y localización	
B. Accesibilidad	
C. Fisiografía	
D. Climatología	
E. Zona de vida	
F. Suelos	
3.2.2 Plantación B	22
A. Ubicación y localización	
B. Accesibilidad	
C. Fisiografía	
D. Climatología	
E. Zona de Vida	
F. Suelos	

3.2.3 Plantación C	24
A. Ubicación y localización	
B. Accesibilidad	
C. Fisiografía	
D. Climatología	
E. Zona de Vida	
F. Suelos	
4. OBJETIVOS	28
5. METODOLOGIA	29
5.1 Selección de las áreas de estudio	29
5.2 Ubicación preliminar de las parcelas de medición temporal	29
5.3 Características de las parcelas de medición	30
5.4 Mediciones en las parcelas	32
5.5 Prueba de homogeneidad en altura dominante	32
5.6 Determinación de índices de sitio	33
5.6.1 Análisis fustal	33
5.6.2 Curvas de índice de sitio	34
5.7 Coeficientes mórficos	35
5.8 Factores de corteza	37
5.9 Area basal	39
5.10 Volumen	39
5.11 Tasa de crecimiento	40
6. RESULTADOS	41
6.1 Homogeneidad en altura dominante	41
6.2 Determinación de índices de sitio	43
6.2.1 Análisis fustal	43
6.2.2 Determinación de índices de sitio	47
6.3 Coeficientes mórficos	52
6.4 Factores de corteza	53
6.5 Análisis dasométrico en las parcelas de medición	54
7. CONCLUSIONES	67
8. BIBLIOGRAFIA	69
9. APENDICE	73

INDICE DE CUADROS

PAGINA

CUADRO 1.	Rango de requerimientos ambientales de <u>Cupressus lusitanica</u> Miller y condiciones de sitio en el que crece adecuadamente.....	9
CUADRO 2.	Rango de valores en relación al incremento medio anual (IMA) en diversos sitio para <u>Cupressus lusitanica</u>	10
CUADRO 3.	Crecimiento de <u>Cupressus lusitanica</u> Miller en diferentes localidades referente al incremento medio anual.....	11
CUADRO 4.	Resumen de los datos de temperatura media mensual y precipitación media mensual durante el periodo 1980-1988 en la estación meteorológica "La Negra"/La Montaña.....	21
CUADRO 5.	Resumen de los datos de precipitación media mensual durante el periodo 1980-1985 en la estación meteorológica "Planta Las Ilusiones"/El Tambor.....	23
CUADRO 6.	Resumen de los datos de precipitación media mensual durante el periodo 1985-1987 en la estación meteorológica "San Bernardo"/Las Victorias.....	26
CUADRO 7.	Resumen de los datos obtenidos en las parcelas de medición respecto a los árboles dominantes en las plantaciones bajo estudio.....	41
CUADRO 8.	Datos estadísticos relativos a la altura media de las plantaciones (mt) y de los arboles dominantes en las plantaciones bajo estudio.....	42
CUADRO 9.	Resumen de los datos obtenidos del análisis de regresión para desarrollar las curvas de relación edad-altura dominante a la edad base de 20 años.....	48
CUADRO 10.	Rango de valores de los intervalos de confianza para la determinación de índices de sitio a la edad base de 20 años.....	50
CUADRO 11.	Coeficientes mórficos determinados en cada una de las plantaciones bajo estudio.....	52

CUADRO 12.	Factores y por ciento de corteza estimado en cada una de las plantaciones bajo estudio.....	54
CUADRO 13.	Resumen de los datos obtenidos en las parcelas de medición en las plantaciones.....	55
CUADRO 14.	Resumen de las variables derivadas de los datos en las parcelas de medición para cada una de las plantaciones bajo estudio.....	56
CUADRO 15.	Datos de incremento medio anual (IMA) para las diferentes variables en cada una de las plantaciones bajo estudio.....	57
CUADRO 16.	Datos relativos al incremento periódico en altura para los árboles dominantes con intervalos de 5 años en cada una de las plantaciones..	60
CUADRO 17A.	Descripción taxonomía y distribución geográfica del ciprés común en Guatemala.....	74
CUADRO 18A.	Formulario para la descripción de sitios.....	75
CUADRO 19A.	Formulario para información en las parcelas.....	77
CUADRO 20A.	Formulario para mediciones en las parcelas.....	79
CUADRO 21A.	Formulario para lectura de perfiles de suelo....	80
CUADRO 22A.	Descripción de suelos en la plantación A.....	81
CUADRO 23A.	Características químicas de los suelos de las plantación A.....	82
CUADRO 24A.	Descripción de suelos en la platnación B.....	83
CUADRO 25A.	Características químicas de los suelos de de la plantación B.....	84
CUADRO 26A.	Descripción de suelos en la plantación C.....	84
CUADRO 27A.	Características químicas de los suelos de la plantación C.....	85
CUADRO 28A.	Cuadro para la interpretación del mapa climatológico preliminar de la república de Guatemala, según el sistema Thornthwaite.....	86
CUADRO 29A.	Datos básicos para desarrollo de los gráficos fustales.....	87

INDICE DE FIGURAS

PAGINA

FIGURA 1.	Relación entre edad y altura de los árboles dominantes para la edad base de 15 años para <u>Cupressus lusitanica</u> Miller, en Antioquia, Colombia.....	17
FIGURA 2.	Trazado de tres curvas principales de índice de sitio y dos curvas intermedias añadidas por interpolación; cada curva asignada a una clase de sitio, a la edad base de 15 años para <u>Pinus patula</u> en Uganda.....	18
FIGURA 3.	Ubicación de las plantaciones bajo estudio en su respectiva localidad en el departamento de Guatemala.....	20
FIGURA 4.	Localización de las parcelas de medición temporal en la plantación A, finca La Montaña, San José Pinula.....	30
FIGURA 5.	Localización de las parcelas de medición temporal en la plantación B, finca El Tambor, Palencia.....	31
FIGURA 6.	Localización de las parcelas de medición temporal en la plantación C, finca Las Victorias Villa Canales.....	31
FIGURA 7.	Gráfico fustal para <u>Cupressus lusitanica</u> Miller en la plantación A, finca La Montaña.....	44
FIGURA 8.	Gráfico fustal para <u>Cupressus lusitanica</u> Miller en la plantación B, finca El Tambor	45
FIGURA 9.	Gráfico fustal para <u>Cupressus lusitanica</u> Miller en la plantación C, finca Las Victorias.....	46
FIGURA 10.	Trazado de las curvas edad-altura dominante para cada una de las plantaciones bajo estudio en función de los modelos estadísticos.....	49
FIGURA 11.	Curvas de índice e índices de sitio a la edad base de 20 años.....	51
FIGURA 12.	Curvas de incremento periódico en altura con intervalos de 5 años para cada una de las plantaciones bajo estudio.....	62

ABREVIATURAS

a	=	área
cc	=	con corteza
cm	=	centímetro
d	=	diámetro a la altura del pecho
D	=	distanciamiento entre individuos
f	=	factor de forma
g	=	área basal individual
G	=	área basal por unidad de superficie
h	=	altura total
hdom	=	altura dominante
ha	=	hectárea
IMA	=	incremento medio anual
k	=	factor de corteza
m	=	metros
n	=	número de unidades (cantidad)
v	=	volumen individual
V	=	volumen por unidad de superficie

DETERMINACION DE INDICES DE SITIO Y ESTUDIO DE CRECIMIENTO DE
CIPRES COMUN (Cupressus lusitanica Miller) ESTABLECIDO EN
PLANTACION, EN TRES LOCALIDADES DEL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA.

DETERMINATION OF SITE INDEXES AND GROWTH STUDY OF COMMON CYPRESS
(Cupressus lusitanica Miller) ESTABLISHED IN PLANTATION, ON THREE
LOCALITIES OF GUATEMALA DEPARTMENT.

RESUMEN

En la presente investigación se estudió lo relativo a la determinación de índices de sitio, en función de la altura dominante a la edad base de 20 años, en tres plantaciones puras de ciprés común (Cupressus lusitanica Miller) establecidas en el departamento de Guatemala, como una medida de la productividad de los sitios. Así mismo, se estimó la productividad de las plantaciones en función de su volumen, del incremento medio anual (IMA) en altura, diámetro, área basal y volumen, así como el incremento periódico en altura de los árboles dominantes en cada plantación, y los valores relativos a factor de forma (f) y factor de corteza (k), en el momento de la toma de datos en el campo.

Las plantaciones bajo estudio se encuentran ubicadas en las localidades siguientes: plantación A, finca La Montaña, municipio de San José Pinula, a $90^{\circ} 22' 32''$ longitud oeste y $14^{\circ} 33' 17''$ latitud norte, a una altitud aproximada de 1,730 msnm., con una edad de 22 años; plantación B, finca El Tambor, municipio de Palencia, a $90^{\circ} 17' 06''$ longitud oeste y $14^{\circ} 40' 26''$ latitud norte, a una altitud

aproximada de 1,620 msnm., con una edad de 32 años; plantación C, finca Las Victorias, municipio de Villa Canales, a $90^{\circ} 30' 30''$ longitud oeste y $14^{\circ} 26' 30''$ latitud norte, a una altitud aproximada de 1,630 msnm., con una edad de 42 años.

En cada plantación se establecieron tres parcelas temporales de muestreo de 1,000 m², de las cuales se obtuvo la principal información dasométrica básica para el desarrollo del estudio, como diámetros, alturas, áreas basales, volúmenes y densidad.

Así mismo, en cada plantación se tumbaron tres árboles dominantes promedio (uno en cada parcela), en los que se realizó un análisis fustal, de donde se obtuvieron los datos que sirvieron de base para la elaboración de modelos estadísticos, en función de los cuales se desarrollaron las curvas de edad-altura dominante o curvas de índice de sitio. En base a esta información se determinaron dos índices de sitio, a la edad base de 20 años, para las plantaciones bajo estudio: INDICE DE SITIO I, con un valor de 21.90 metros para las plantaciones A en la finca la Montaña, San José Pinula y B en la finca El Tambor, Palencia; INDICE DE SITIO II, con una valor de 19.70 metros para la plantación C en la finca Las Victorias, Villa Canales.

Con base en la información obtenida del presente estudio puede decirse que, en función de los valores de índice de sitio a la edad base de 20 años, la plantación A en la Finca La Montaña, San José Pinula y la plantación B en la finca El Tambor, Palencia, son de mayor productividad que la plantación C, en la finca Las Victorias, Villa Canales.

1. INTRODUCCION.

Los estudios básicos en el campo forestal, es un área poco desarrollada, pero que debe considerarse de suma importancia en el manejo sostenible de este recurso, para que a través del mismo, pueda planificarse y ordenarse un uso eficiente de las diversas especies que como las coníferas, y en este caso el ciprés común, están sujetas a una creciente demanda. Tschinkel (39), hace referencia al hecho de que la planeación efectiva de las plantaciones forestales, en escala comercial, requiere información sobre el crecimiento de las especies en diferentes condiciones, ya que para el silvicultor en busca de altos rendimientos, es importante identificar los sitios más productivos.

La gran adaptabilidad del ciprés común (Cupressus lusitanica Miller) a diferentes condiciones ambientales y geográficas, así como su aceptación y demanda para diversos usos, permite que esta especie pueda ser un factor importante en la protección, mejora y manejo sostenible del recurso forestal de Guatemala. Según Peters (32), probablemente la zona de distribución del ciprés se haya extendido entre los 2,200 y 3,300 msnm., aunque artificialmente ha sido plantado en todo el país, inclusive hasta altitudes cercanas al nivel del mar. Paralelamente a todo esto, no se tienen estudios específicos sobre el comportamiento de esta especie establecida en plantación, la cual ha sido ampliamente propagada por este medio en diferentes localidades.

El presente estudio se realizó en tres plantaciones de ciprés común, localizadas en el departamento de Guatemala, en las localidades

siguientes: Finca La Montaña, municipio de San José Pinula; Finca El Tambor, aldea El Triunfo, municipio de Palencia y Finca Las Victorias, aldea Santa Elena Barillas, municipio de Villa Canales. En estas plantaciones se recabaron datos y se generó información acerca de la productividad de los sitios, así mismo, se desarrollaron, en función de modelos estadísticos, curvas individuales de la relación edad-altura dominante o curvas de índice de sitio, en las cuales se determinaron a la edad base de 20 años, dos índices de sitio para las plantaciones bajo estudio.

La información obtenida del presente trabajo de investigación permitirá mostrar tendencias que sirvan como parámetro para el desarrollo de otros estudios en lo referente a índices de sitio, así como en el desarrollo de investigaciones similares en el campo forestal, que puedan servir de base para ampliar el conocimiento a este respecto a través de estudios específicos, y poder seleccionar los sitios más adecuados para establecer plantaciones de ciprés común.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Se consideró necesario realizar este estudio, ya que hasta el momento no se cuenta en Guatemala con suficiente información básica que permita identificar y mostrar tendencias sobre los sitios que puedan tener mejores condiciones en cuanto a productividad para el establecimiento de plantaciones puras de ciprés común. Así mismo, no existen parámetros que puedan servir como lineamientos generales en el manejo y establecimiento de diversas plantaciones.

Es de suma importancia generar este tipo de información básica sobre el ciprés común, ya que hasta el momento no se cuenta con datos relativos al comportamiento de la especie en las diferentes regiones del país, en donde ésta ha sido plantada para diversos usos. Así mismo, es importante evaluar diversos aspectos del recurso forestal, de manera que se obtenga información que permita ampliar el conocimiento a este respecto y así poder planificar en función de parámetros reales el desarrollo de posteriores investigaciones en plantaciones de ciprés común en el departamento de Guatemala y localidades de similares condiciones.

3. MARCO TEORICO.

3.1 MARCO CONCEPTUAL.

Las condiciones de desarrollo de una árbol o una masa forestal, serán cualificadas y cuantificadas, principalmente, por las características observadas íntegramente en éstos y, representadas a través del crecimiento y sus múltiples expresiones.

3.1.1 EL CRECIMIENTO Y SUS EXPRESIONES (26):

- A. Crecimiento: Es el fenómeno de desarrollo de un árbol o una masa forestal observado en éstos íntegramente, representado por su respectivo desarrollo.
- B. Rendimiento: Es el crecimiento de un árbol o una masa forestal por unidad de superficie en un período de tiempo determinado.
- C. Incremento: Es el crecimiento de un árbol o una masa forestal en un período de tiempo determinado.
 - C.a Incremento total: Es el crecimiento de un árbol o una masa forestal durante el resto de su vida.
 - C.b Incremento corriente anual (ICA): Es el crecimiento que logra un árbol o una masa forestal en el curso de un año determinado.
 - C.c Incremento medio anual (IMA): Es el promedio anual del incremento total, se obtiene dividiendo las dimensiones totales del árbol o masa forestal por la edad total.
 - C.d Incremento periódico: Es el crecimiento de un árbol o una masa forestal en un período de tiempo determinado.

Los estudios de crecimiento interfieren en el efecto de la elección de unidades de desarrollo múltiple y éstos dependen de los objetivos perseguidos y de su utilización potencial. La concentración del interés sobre la producción del xilema y su medición ocasiona una falta de interés en la producción de otros derivados forestales, que ofrecen considerables retornos económicos, como árboles de navidad, resinas helechos y otras plantas comerciales, cortezas y hierbas medicinales entre otros. En algunos casos, estas mediciones no se ajustan de ninguna manera a la evaluación de productos no mercantiles como la recreación, la producción de agua y la estética, (11).

Así mismo, todas las mediciones realizadas para estimar el crecimiento y la producción no evalúan el impacto al suelo, vegetación secundaria, fauna, población y las relaciones socio- económicas, así como a la misma masa forestal y fuentes de agua allí existentes, y la dependencia de estas relaciones en el ecosistema del que forman parte.

3.1.2 REQUERIMIENTOS AMBIENTALES DEL CIPRES:

Holdridge, citado por Goitia (14), menciona que esta especie es muy tolerante a suelos pobres y puede establecerse satisfactoriamente en suelos muy erosionados. También Popenoe, citado por Goitia (14), indica que esta especie puede crecer en diferentes tipos de suelo, y una notable cualidad es que se acomoda a los suelos volcánicos pomez, donde otras especies no pueden crecer.

En Guatemala, probablemente su zona de distribución natural se haya extendido entre los 2,200 y 3,300 msnm., con precipitaciones entre

los 1,500 y 2,500 mm/año, en los departamentos de Huehuetenango, Totonicapán, Quezaltenango, San Marcos, El Progreso (Sierra de las Minas), Chimaltenango, Sololá y Jalapa (ver cuadro 17A del apéndice). Sin embargo, artificialmente ha sido plantado en toda la República, hasta altitudes cercanas al nivel del mar. Tiene una excelente adaptación, inclusive en relación a los suelos. La especie requiere de sitios templados y fríos, de preferencia abrigados y algo húmedos (32).

De acuerdo a varios autores citados por Gonzalez (15), el ciprés común puede adaptarse a un amplio rango de condiciones ambientales, desde regiones de baja altitud, menores de 1,000 msnm., hasta 3,800 msnm., y a zonas secas con menos de 1,000 mm., anuales de precipitación, hasta húmedos con 4,000 mm., anuales. En general, se puede indicar que la especie se adapta apropiadamente a lugares que se encuentran entre los 1,500 y 2,500 msnm., con precipitaciones comprendidas entre los 1,000 y 3,000 mm., anuales; temperaturas medias anuales arriba de los 12°C y suelos franco-arenosos, bien drenados, neutros o ácidos, profundos y húmedos, así mismo, es conveniente indicar que esta especie crece en condiciones de sombra ligera.

Según Montenegro, citado por Gonzalez (15), el ciprés se puede desarrollar apropiadamente en las zonas de vida siguientes: bosque húmedo sub-tropical, bosque húmedo montano bajo sub-tropical y bosque muy húmedo montano bajo sub-tropical. Aunque no existan datos concretos que definan claramente la adaptación de la especie a distintos ambientes o que especifiquen sus requerimientos ecológicos,

debe comprenderse que las condiciones de su área deben utilizarse como una guía para su introducción a diferentes regiones y ambientes (15).

En el cuadro 1 se presentan algunas condiciones ambientales y de sitio en donde el ciprés común se desarrolla adecuadamente, de acuerdo al criterio de algunas autores citados por Gonzáles (15), en diferentes localidades y época.

CUADRO 1. RANGO DE REQUERIMIENTOS AMBIENTALES DE *Cupressus lusitanica* Y CONDICIONES DE SITIO EN EL QUE CRECE ADECUADAMENTE.

AUTORES	ALTITUD (mnm)	pp anual (mm)	T ^o C promedio	SUELOS	OTROS
Standley & Steyermark (1958)	2,200 a 3,300	-----	-----	arenosos	-----
Groenendijk (1983)	1,000 a 3,500	1,000 a 4,000	12	drenados	luz
Restrepo & Bustos (1983)	2,800 a 3,200	-----	-----	-----	-----
Benavides (1983)	3,800	menor de 90	10	-----	-----
Jadán (1983)	3,200 a 3,800	-----	-----	-----	-----
Bucarey (1967)	650 a 3,200	1,000 a 4,000	superior a 12	-----	luz
Gonzalez (1989)	2,900	1,500	15	arenosos	-----
Alfaro (1989)	1,120 a 2,500	1,344 a 4,642	12.1 a 19.7	neutros	-----

Fuente: Gonzalez (15).

3.1.3 CRECIMIENTO DEL CIPRES EN RELACION A LOS FACTORES DEL SITIO.

El crecimiento de los árboles y de los rodales puros de edad uniforme, es afectado en la comunidad en relación de la edad, la especie, distanciamientos y densidad, y la calidad de sitio (2,11). Además de estos factores, se ha observado la influencia de factores genéticos y ambientales, (27).

El ciprés común posee una significativa variación genética que combinada con los factores ambientales se expresa en un amplio rango de valores de crecimiento. Según datos proporcionados por Gonzalez (15), se puede observar en el cuadro 2, diversas localidades y el incremento medio anual (IMA) que se ha estimado en las mismas en cuanto a volumen, altura y diámetro.

CUADRO 2. RANGO DE VALORES CON RELACION AL INCREMENTO MEDIO ANUAL EN DIVERSOS SITIOS, PARA Cupressus lusitanica.

AUTOR (ES)	LUGAR	VOLUMEN (m ³ /ha)	ALTURA (m)	DIAMETRO (cm)
Soares (1973)	Brasil Africa Rhodesia	24.5 6.8 - 20 49.7		
Bucarey (1967)	Costa Rica	22 - 41.27		
Alonzo, Von Borries & Matte.	Heredia, Costa Rica	21.6-23.6		
Martinez & Zanotti	Guatemala		0.4 - 1.4	
MADELENA	Guatemala			0.65 - 1

Fuente: Gonzalez (15).

Así mismo, en el cuadro 3 se presentan algunos valores de incremento medio anual (IMA), en diferentes localidades de Guatemala, en cuanto a altura y diámetro para ciprés común con distintas edades.

CUADRO 3. CRECIMIENTO DE *Cupressus lusitanica* Miller EN DIFERENTES LOCALIDADES RESPECTO AL INCREMENTO MEDIO ANUAL.

LOCALIDAD	EDAD (años)	h media (m)	IMA	d medio (cm)	IMA
Fraijanes, V. Nueva	4	4.3	1.07	6.2	1.55
Pastores, Sacatep.	2	3.7	1.85	3.7	1.85
Patzicia, Chimalt.	22	20.4	0.93	21.5	0.98
Santa Lucía Milpas Altas, Chimalt.	13	15.94	1.23	16.44	1.28
San Marcos, Sn M.	8	14.85	1.86	18.91	2.36
San Miguel Petapa, VC	15	14.0	0.93	15.74	1.05

Fuente: Gonzalez (15).

3.1.4 CALIDAD DE SITIO.

Según Society of American Forestry, citada por Isolan (24), el sitio es un área considerada en lo referente a sus factores ecológicos con relación a la capacidad de producir bosques u otra vegetación, bajo las condiciones bióticas, climáticas y edáficas de un área.

Así mismo, varios autores, citados por Vasquez (41), definen al sitio como un complejo de factores bióticos y abióticos, y que la calidad del mismo es el resultado de la interacción de los factores ambientales y la vegetación existente. Estos factores a su vez, son

función de la historia geológica, de la fisiografía, el macroclima y el desarrollo de la sucesión vegetal (11).

La determinación de la calidad de sitio es uno de los primeros pasos hacia la confección de modelos y tablas de rendimiento para las especies forestales, herramientas básicas para la planificación del manejo forestal (41).

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 cierto macroclima, la calidad del sitio determina el tipo y magnitud de los problemas 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 encaminados a la producción de varias combinaciones de productos forestales: madera, agua, forrajes, recreación y caza, etc. No es posible tomar decisiones validas de tipo silvícola, si no se hace referencia a la calidad y a otras condiciones del sitio (11).

Al conocer la calidad del sitio en la cual se encuentran ubicadas las plantaciones forestales, podrá planificarse de acuerdo a las condiciones y necesidades del sitio, y así mismo introducirse en la dinámica del ecosistema local, reflejado a su vez en la dinámica de la población vegetal allí establecida. Lo importante del caso es establecer una relación entre la calidad del sitio con la población vegetal, ya que como lo menciona Nuñez (30), el conocimiento de la

dinámica de la población forestal tiene un papel importante en el manejo de las diversas comunidades vegetales naturales, y que para obtener tal conocimiento se hace necesario realizar un estudio silvicultural básico y detallado, en las diversas comunidades vegetales naturales que se quieren conservar.

Este concepto puede ser igualmente aplicado al caso de las plantaciones forestales y su manejo, pues según Campos (5), para propósitos de manejo, es importante conocer las respuestas en crecimiento de los árboles de la población, según los factores del medio. Factores que definitivamente son de influencia directa en el sitio, y por lo tanto, en su calidad expresada en crecimiento. Este conocimiento es posible a través de la determinación del índice de sitio.

La evaluación y posterior clasificación de un sitio se puede realizar a través de distintos factores previamente definidos en metodologías preestablecidas de acuerdo a las condiciones de las masas forestales.

Daniels, Helms y Baker (11), mencionan que la calidad de sitio se mide en terminos de la máxima cantidad de madera producida dentro de un cierto período, y el valor que se le asigna puede variar según la especie y la longitud del lapso asignado. El problema consiste en determinar la calidad de sitio en una zona particular en relación a las especies arbóreas que crecen sobre ella; dicha zona puede sustentar una comunidad pura o mezclada que podría ser de edad uniforme o no, y estar

total o parcialmente poblada; sin embargo, los estandares utilizados para definir la calidad de sitio (tablas de rendimiento normal para las diferentes especies), contienen datos basados en rodales puros, de edad uniforme y con población normal; desafortunadamente es difícil encontrar este tipo de comunidades, de manera que se desarrolló un método indirecto de estimación de la calidad de sitio a partir de una tabla de rendimiento: el Índice de Sitio.

3.1.5 INDICE DE SITIO.

Es la expresión del potencial productivo de la localidad forestal a una edad determinada, (11,13,39).

Timble Jr. y Weitman, citados por Campos (5), mencionan que el índice de sitio constituye una medida patrón de la productividad de las tierras boscosas, y que la silvicultura científica debe basarse en el conocimiento de la productividad potencial de esas tierras.

Huschs, citado por Campos (5), hace mención que el índice de sitio expresa la productividad de un área determinada por especie. Debe comprenderse que en una misma área, pueden existir varios índices de sitio conforme la especie que se considere. Así mismo, Van Goors, también citado por Campos (5), indica que el índice de sitio es importante no solamente en las prácticas silviculturales, ya que también sirve de base para la investigación y clasificación de las tierras forestales, estando esta clasificación relacionada con la producción de madera y sus consecuencias económicas.

Hagglund, citado por Vasques (41), distingue tres tipos de expresión de la productividad:

- a) Índice de Sitio (IS): altura máxima de un rodal a una edad determinada.
- b) Incremento medio anual (IMA): a una edad fija o la edad cuando el IMA culmina.
- c) Otras características del rodal.

A. Uso de la altura dominante como un indicador del sitio.

Alder (1), define a la altura dominante como la altura promedio de los 100 árboles más gruesos por hectárea, o bien de mayor diámetro por hectárea.

La altura promedio de un rodal es usualmente sensible 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 dominante en la definición de la altura del rodal. La altura dominante es casi insensible a las diferencias de densidad de los rodales (1).

Fishwick (13), indica que las alturas medias tienen muchas desventajas, siendo la principal el hecho de que la altura media es afectada por la variación aritmética del diámetro medio de la población, por que en el método de aclareo normal son retirados los árboles pequeños y oprimidos. La altura dominante de una población bajo las prácticas de manejo forestal normales no es afectada por los métodos de aclareo y se puede suponer que es independiente de las densidades de población encontradas en las plantaciones forestales.

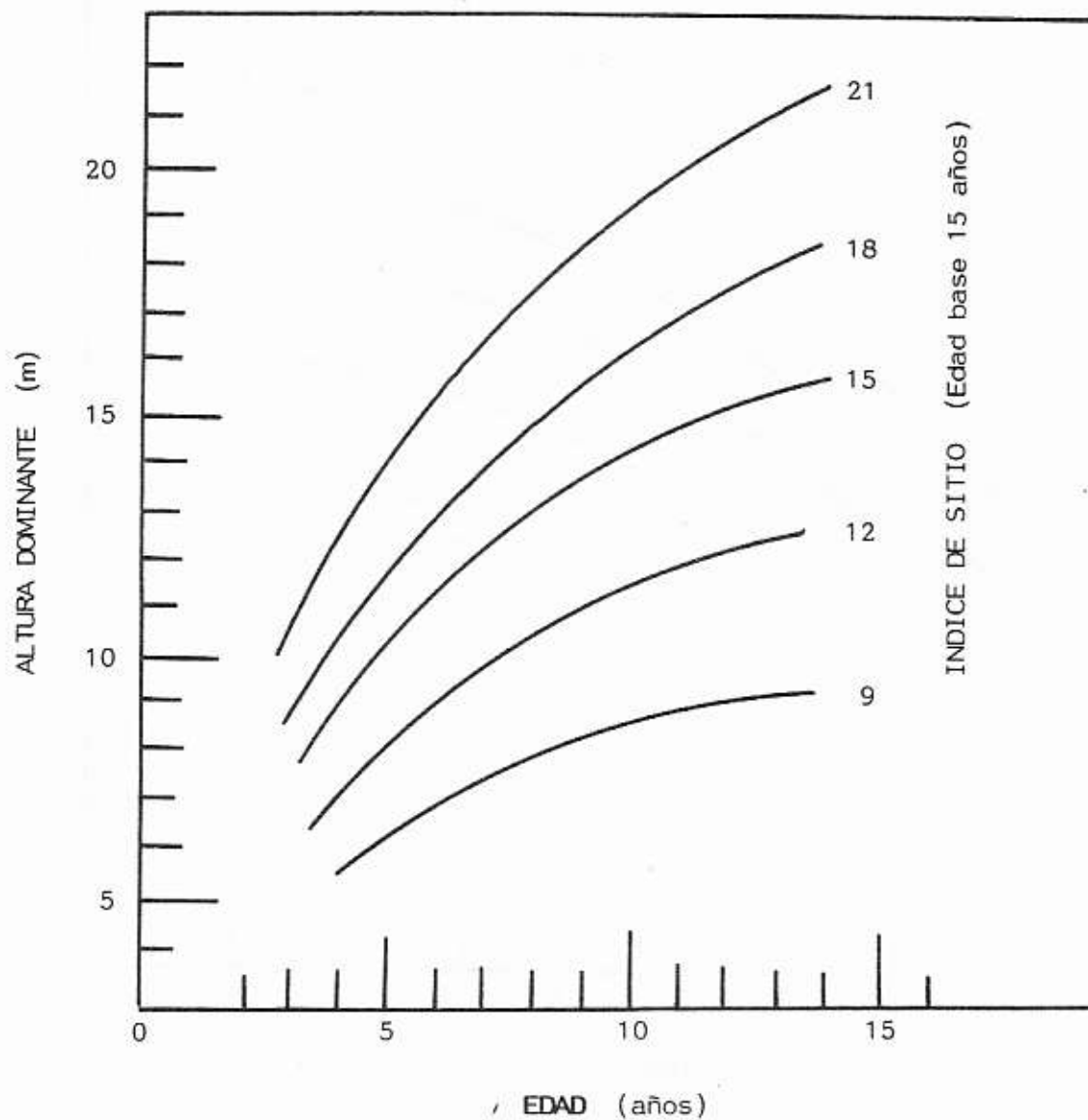
En rodales coetáneos, la altura dominante es la mejor medida de la productividad del sitio, ya que para muchas especies forestales dentro de ciertos límites de edad, es poco afectada por la densidad del rodal, y está estrechamente relacionada con la productividad en volumen (41).

B. Curvas de Índice de Sitio.

Las curvas de Índice de Sitio son una representación idealizada del crecimiento en altura de los árboles dominantes de un rodal durante su vida. Básicamente, su construcción requiere la medición de la altura de los árboles dominantes cuya edad se conoce, y el cálculo de la regresión entre la edad y la altura.

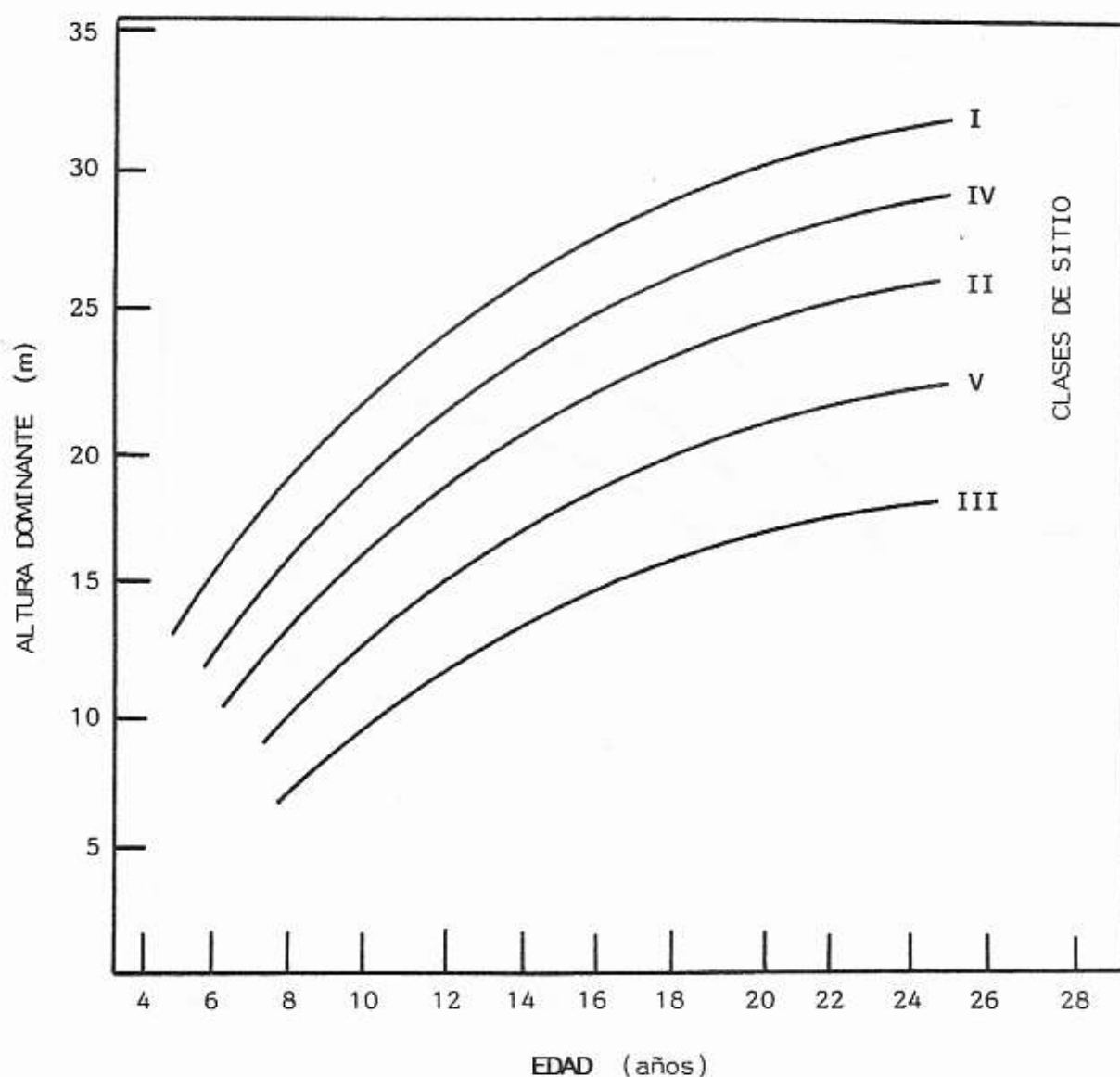
La relación edad-altura-índice de sitio, es básica para la predicción del crecimiento en bosques uniformes. Lo que se denomina comunmente como curva de índice de sitio para una especie en un medio dado, (1).

A continuación en las figuras 1 y 2 se presentan dos ejemplos del desarrollo de curvas de índice de sitio y su respectivo índice de sitio a diferentes edades bases y diferentes lugares.



Fuente: Tschinkel, (39).

FIGURA 1. RELACION ENTRE EDAD Y ALTURA DE LOS ARBOLES DOMINANTES. LAS CURVAS INDICAN EL INDICE DE SITIO, A LA EDAD BASE DE 15 AÑOS, PARA *Cupressus lusitanica*, EN ANTIOQUIA, COLOMBIA.



Fuente: Alder, (1).

FIGURA 2. TRAZADO DE TRES CURVAS PRINCIPALES DE INDICE DE SITIO Y DOS CURVAS INTERMEDIAS AÑADIDAS POR INTERPOLACION; CADA CURVA ASIGNADA A UNA CLASE DE SITIO, A LA EDAD BASE DE 25 AÑOS PARA *Pinus patula* EN UGANDA.

3.2 MARCO REFERENCIAL.

A continuación se presentan las principales características de las localidades donde se encuentran ubicadas las plantaciones bajo estudio.

3.2.1 Plantación A: La Montaña.

A. Ubicación y localización:

La plantación se ubica en la finca "La Montaña", en el municipio de San José Pinula. Se localiza en las siguientes coordenadas geográficas: $90^{\circ} 22' 32''$ de longitud oeste y $14^{\circ} 33' 17''$ de latitud norte, a una altitud de 1730 msnm. Posee una extensión de 10.5 hectáreas, y una edad de 22 años. (Ver figura 3).

B. Accesibilidad:

Partiendo de la capital y tomando la ruta Interamericana CA-1 al sur-oeste, se recorren aproximadamente 17 km.; luego de la Aldea Don Justo por la ruta nacional 18 rumbo al sur-oeste se recorren 5 km., hasta San José Pinula (cabecera municipal), y de allí al casco de la finca, aproximadamente 6 km., desde donde hay 2.5 km., hasta la plantación.

C. Fisiografía:

Las características fisiográficas de la finca presentan relieve que vá de ondulado a quebrado y escarpado, localizándose la plantación en la unidad de mapeo de "pie de montaña". La pendiente media de la plantación es de 40%.

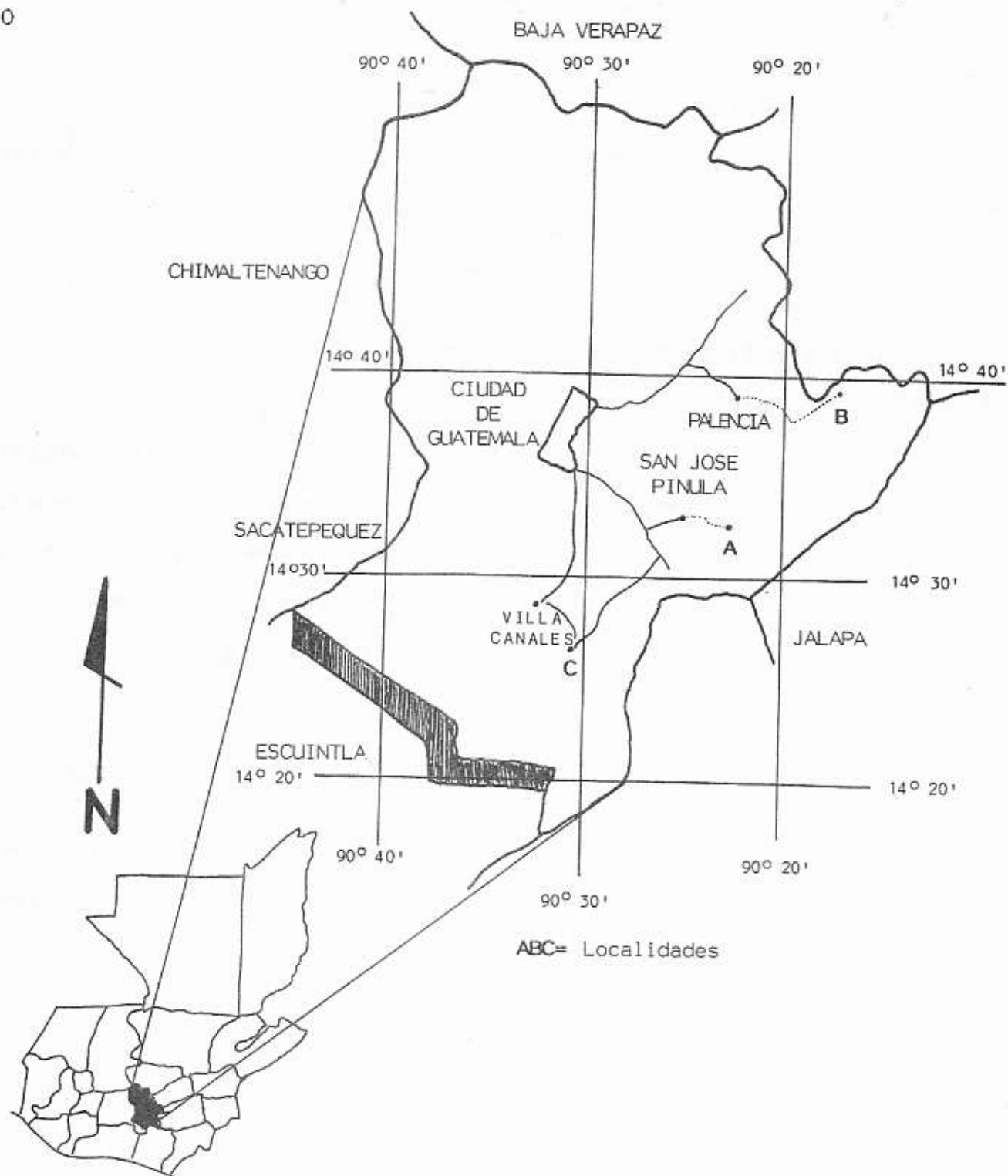


FIGURA 3. UBICACION DE LAS PLANTACIONES BAJO ESTUDIO EN SU RESPECTIVA LOCALIDAD, EN EL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA.

D. Climatología:

Según el Mapa climatológico de Guatemala, basado en el Sistema Thorntwaite (31), la localidad posee un clima : B' b' Ai : semi-cálido, con invierno benigno, muy humedo, con invierno seco.

(Cuadro 28A del apéndice).

Los datos climatológicos se obtuvieron de la Estación "La Negra" (registro 6.9.9), tipo C, ubicada a 1680 msnm., perteneciente al INSIVUMEH.

En el cuadro 4 se resumen los datos climatológicos de la estación La Negra.

CUADRO 4. RESUMEN DE LOS DATOS DE TEMPERATURA MEDIA MENSUAL Y PRECIPITACION MEDIA MENSUAL DURANTE EL PERIODO 1,980-1,988 EN LA ESTACION METEOROLOGICA "LA NEGRA"/ LA MONTANA.

MES FACTOR	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
T °C	17.1	17.1	19.4	19.7	20.22	20.3	20.3	19.9	19.8	19.7	18.3	18.3	PROMEDIO MENSUAL 19.13
pp (mm)	9.8	2.8	5.2	34.1	136.8	311.6	222.3	257.6	324.6	134.5	50.9	4.0	TOTAL ANUAL 1494.2

Fuente: Insivumeh, (19).

E. Zona de Vida:

Según el sistema de Clasificación de zonas de vida de Holdridge (10,22), la plantación ubicada en la finca La Montaña, pertenece a la zona de vida: Bosque muy húmedo montano bajo subtropical, bh-MB. En esta zona de vida, la precipitación como promedio total anual varía entre 1,057 y 1,588 mm., con biotemperaturas de 15 a 23°C.

F. Suelos:

Según Simmons, Tárrano y Pinto (36), los suelos corresponden a la serie de Areas Fragosas y Suelos de los Valles no diferenciados.

3.2.2 Plantación B: El Tambor.**A. Ubicación y localización:**

La plantación se ubica en la finca "El Tambor", en la aldea El Triunfo, del municipio de Palencia. Se localiza en las siguientes coordenadas geográficas: 90° 17' 06" de longitud oeste y 14° 40' 26" de latitud norte, y a una altitud de 1,620 msnm. Posee una extensión de 6 hectáreas, y una edad de 32 años. (Ver figura 3).

B. Accesibilidad:

La principal vía de acceso a la finca partiendo de la ciudad capital, está constituida por la ruta nacional CA-9 al nor-orienté, hasta el kilómetro 17, para luego tomar la ruta departamental 6, hasta la cabecera municipal de Palencia.

siguiendo luego un camino de terracería el cual es transitable todo el año, con algunas pocas dificultades en invierno, para luego llegar a la bifurcación que parte hacia la aldea Sansur y a la finca el Tambor a una distancia de 7 kilómetros al norte.

C. Fisiografía:

Las características fisiográficas de la finca presentan de relieve plano a quebrado y escarpado, localizándose la plantación en la unidad de mapeo de "colina alta". La pendiente media en la plantación es de 30%.

D. Climatología:

Segun el mapa climatológico de Guatemala, basado en el sistema Thornthwaite (31), la localidad posee un clima: B'b'bi, es decir templado, con invierno benigno, humedo y verano seco. (Cuadro 28A del apéndice).

Los datos climatológicos se obtuvieron de la Estación "Planta Las Ilusiones" (no. 6.1.31), tipo "D", ubicada a 1,500 msnm., y se presentan en el cuadro 5.

CUADRO 5. RESUMEN DE LOS DATOS DE PRECIPITACION MEDIDA MENSUAL DURANTE EL PERIODO 1,980 - 1,985 DE LA ESTACION METEOROLOGIA "PLANTA LAS ILUSIONES"/ EL TAMBOR.

MES FACTOR	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL ANUAL
pp (mm)	13.9	16.1	10.1	25.7	125.4	219	229.7	98.5	259.8	112.4	17.4	7.5	922.3

E. Zona de Vida:

Según el sistema de Clasificación de zonas de vida de Holdridge (10,22), la plantación El Tambor, se ubica en la zona de vida: Bosque húmedo templado subtropical bh-S(t). En esta zona de vida, la precipitación varía entre 1,100 y 1,349 mm., como promedio total anual, y las biotemperaturas entre 20°C y 26°C.

F. Suelos:

Según Simmons, Táranó y Pinto (36), los suelos de la plantación corresponden a la Serie de Suelos Pinula, ubicados en la división fisiográfica de la altiplanicie central y son suelos profundos, bien drenados, desarrollados sobre tobas volcánicas claras, con relieve bastante inclinado, alrededor del 30%. El suelo superficial a una profundidad de 20 cms., posee una textura franca, de color café o café oscuro, con contenido de materia orgánica de 5 a 10%. El subsuelo, a una profundidad de 60 cms., es franco arcilloso, de color café claro.

3.2.3 Plantación C: Las Victorias.

A. Ubicación y localización.

La plantación se ubica en la finca "Las Victorias", de la aldea Santa Elena Barillas, municipio de Villa Canales. Se localiza en las siguientes coordenadas geográficas: 90° 30' 30" de longitud oeste y 14° 26' 30" de latitud norte, a una altitud promedio de 1,630 msnm. Posee una extensión de 5.5 hectáreas, y una edad de 42 años. (Ver figura 3).

B. Accesibilidad.

La principal vía de acceso a la finca, partiendo de la ciudad capital, esta constituida por la ruta CA-1, que conduce a El Salvador, sobre la cual se recorren 25 kilómetros hasta el desvío de Santa Elena Barillas, recorriendo luego 6 kilómetros en dirección a la aldea, hasta llegar al desvío hacia el lago de Amatitlan y Villa Canales. Es en el lado sur del desvío donde se ubica la entrada a la finca. Siendo este camino transitable durante todo el año.

C. Fisiografía.

Las características fisiográficas de la localidad presentan un relieve que va de plano a ondulado y escarpado, con pendientes que van desde 5 al 60%. Ubicandose la plantación en la unidad de mapeo de "ladera de montaña".

D. Climatología.

Segun el mapa climatológico de Guatemala, basado en el sistema Thornthwaite (31), la localidad posee un clima: B' b' Bi, es decir, Semi-cálido, con invierno benigno, humedo, con invierno seco. (Cuadro 28A del Apéndice).

Los datos climatológicos se obtuvieron de la estación "San Bernardo", (no. 6.2.2) tipo "D", ubicada a una elevacion de 1,210 msnm., y se presentan en el cuadro 6.

CUADRO 6. RESUMEN DE LOS DATOS PRECIPITACION MEDIA MENSUAL DURANTE EL PERIODO 1,985 - 1,987 DE LA ESTACION METEOROLOGICA "SAN BERNARDO"/ LAS VICTORIAS.

MES FACTOR	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL ANUAL
pp (mm)	0	0	0	20.5	63.7	114.1	112.1	95.3	114	97	10.5	4	631.2

Fuente: Insivumeh, (21).

E. Zona de Vida.

Según el sistema de Clasificación de zonas de vida de Holdridge (10,22), la plantación "Las Victorias" se ubica en la zona de vida del Bosque húmedo subtropical templado, bh-S(t). En esta zona de vida el periodo de lluvias corresponde a los meses de mayo a noviembre, y la precipitación varía entre 1,100 y 1,350 mm., como promedio total anual con una biotemperatura media anual para esta zona entre 20°C y 26°C.

F. Suelos.

Según Simmons, Tarano y Pinto (36), los suelos de la localidad pertenecen a la serie Morán, a los cuales definen como bien drenados, desarrollados sobre ceniza volcánica pomácea, en clima húmedo-seco. Ocupan relieves de ondulados a muy ondulados a altitudes medianas superiores en la parte central de Guatemala. Están asociados a los suelos Fraijanes y Barberena, siendo más profundos y más pesados que los primeros. Se asemejan a los suelos Guatemala y Cauqué, siendo más rojos que estos. Originalmente estaban forestados probablemente con pino, encino y cipres, pero ahora casi toda el área está limpia y se usa para maíz, café y pastos.

4. OBJETIVOS

4.1 General:

Determinar el índice de sitio de las plantaciones de ciprés (Cupressus lusitanica Miller) y estudiar su crecimiento en función de las variables involucradas en el mismo, en tres localidades del departamento de Guatemala.

4.2 Específicos:

- 4.2.1 Determinar el índice de sitio en cada una de las plantaciones por medio de la relación establecida a través de las curvas de índice de sitio formuladas en función de la altura dominante a la edad base de 20 años.
- 4.2.2 Determinar el factor mórfico y el factor de corteza para cada una de las localidades estudiadas.
- 4.2.3 Determinar la producción de las plantaciones en cada localidad.

5. METODOLOGIA.

5.1 Selección de las áreas de estudio:

Para propósitos del estudio se seleccionaron tres plantaciones puras de ciprés común (Cupressus lusitanica Miller) establecidas en distintas localidades del departamento de Guatemala, así mismo, fue requisito que tuvieran la suficiente extensión para el establecimiento de las parcelas de medición.

Se establecieron en cada plantación tres parcelas de medición de 1000 m² cada una, de las cuales fueron obtenidos los datos básicos para el desarrollo del estudio.

Las plantaciones se denominaron, con fines de identificación, de acuerdo al orden en que fueron trabajadas y al nombre de la localidad respectiva donde se ubican, de la siguiente forma:

- * Plantación A - Localidad: La Montaña. San José Pinula.
- * Plantación B - Localidad: El Tambor. Palencia.
- * Plantación C - Localidad: Las Victorias. Villa Canales.

5.2 Ubicación de las parcelas de medición temporal.

La ubicación de las parcelas de medición preliminar, en las tres plantaciones fue realizada con el uso de fotografía aérea a escala aproximada de 1:10,000, así como planos de catastro de las fincas y las respectivas hojas cartográficas a escala 1:50,000.

Las parcelas fueron distribuidas en las plantaciones a fin de cubrir el área de la plantación en forma representativa y eficiente, utilizando para este caso un total de tres parcelas en cada plantación. Para su ubicación ver figuras 4,5 y 6.

5.3 Características de las parcelas de medición.

Las características de las parcelas en cada plantación es la siguiente:

- 5.3.1 Cantidad = 3 parcelas en cada plantación
- 5.3.2 Tamaño = 1,000 metros cuadrados c/u (0.1 hectárea).
- 5.3.3 Dimensiones = 50 m x 20 m.
- 5.3.4 Orientación = largo de la parcela a favor de la pendiente.
- 5.3.5 Forma = rectangular.

A continuación, en las figuras 4,5 y 6 se presenta la ubicación de las parcelas de medición en su respectiva plantación.

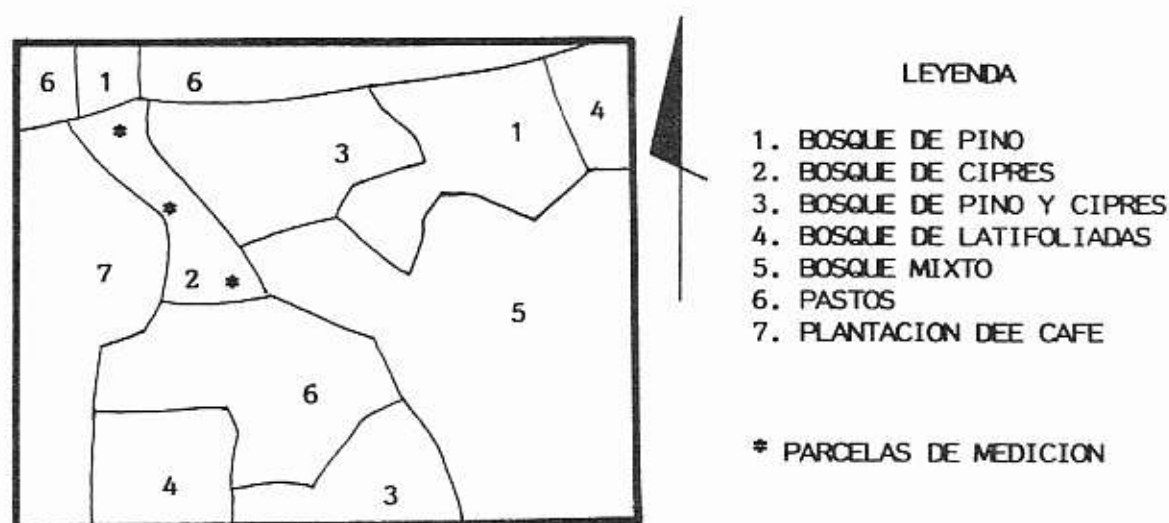


FIGURA 4. LOCALIZACION DE LAS PARCELAS DE MEDICION EN LA PLANTACION A,
FINCA LA MONTAÑA, SAN JOSE PINULA. ESCALA AP. 1:20,000

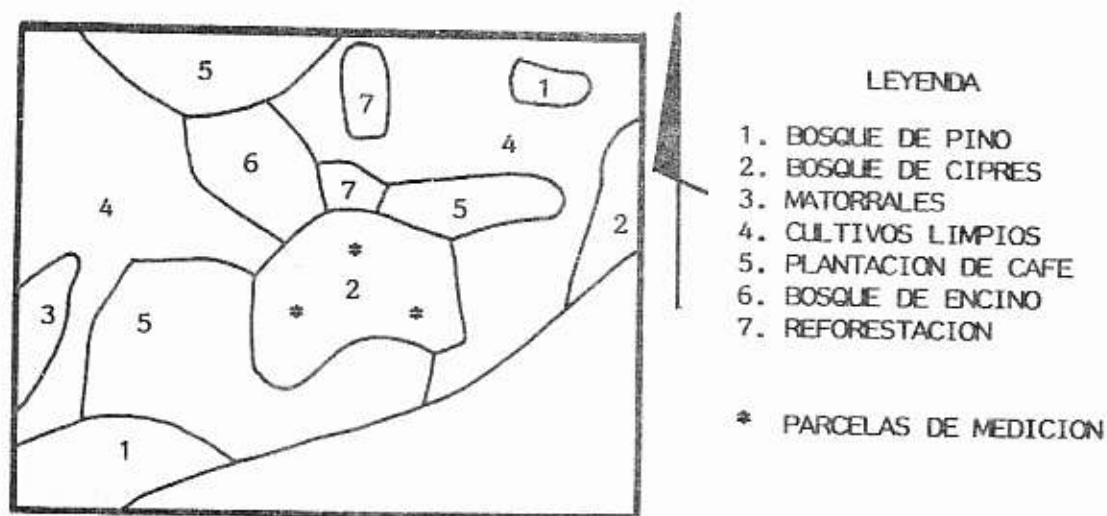


FIGURA 5. LOCALIZACION DE LAS PARCELAS DE MEDICION EN LA PLANTACION B, FINCA EL TAMBOR, PALENCIA.

ESCALA AP. 1:10,000

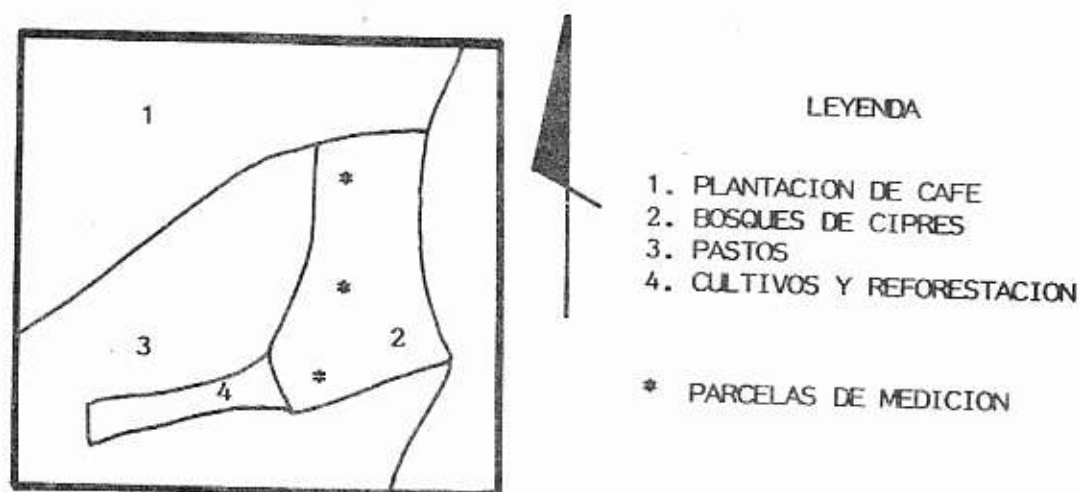


FIGURA 6. LOCALIZACION DE LAS PARCELAS DE MEDICION EN LA PLANTACION C, FINCA LAS VICTORIAS, VILLA CANALES.

ESCALA AP. 1:10,000

5.4 Medición de variables en las parcelas.

Las variables medidas corresponden a los individuos en las parcelas de medición, siendo las siguientes:

- 5.4.1 Altura total (ht) en metros: utilizando "pistola Haga" a una distancia lineal de 25 metros del árbol.
- 5.4.2 Diámetro a la altura del pecho (d) en centímetros: con corteza, utilizando "cinta diamétrica".
- 5.4.3 Espesor de corteza en milímetros.
- 5.4.4 Densidad: número de individuos por unidad de área (1,000 metros cuadrados o 0.1 ha. o parcela).

Para anotar estas variables se usó el formulario del cuadro 20A del apéndice.

5.5 Prueba de homogeneidad en altura dominante.

La altura dominante se define como la que presentan los 100 árboles de mayor diámetro por hectarea, definición que se aplicó a este estudio, haciendo la relación para 0.1 hectarea, que es el área de cada parcela de medición. Seleccionando para este caso los 10 individuos de mayor diámetro en cada parcela y aplicando en los mismos un Análisis de Varianza con un diseño completamente al azar a las alturas dominantes de éstos respecto a las otras parcelas en su respectiva plantación, independientemente de las otras plantaciones.

De ser heterogénea una de las parcelas respecto a las otras en la plantación, en relación a la altura dominante de sus individuos, indicaría esto, que es un sitio diferente y sería evaluado como tal, estableciendo en este caso, tres parcelas en el área representativa de esa parcela y repitiendo el mismo procedimiento para ese sitio.

5.6 Determinación del índice de sitio.

Para la obtención de esta información se procedió en dos etapas, de la siguiente manera: a. Análisis fustal, por medio del cual se obtuvieron los datos básicos de edad-altura, para los individuos determinados para el caso; b. Procesamiento de los datos básicos de edad-altura para la obtención de modelos estadísticos, elaboración de curvas de edad-altura dominante (curvas de índice de sitio) y la determinación del índice de sitio.

5.6.1 Análisis Fustal.

Para el efecto se tumbaron tres árboles de dimensiones medias respecto a su altura en cada una de las plantaciones (uno por parcela), respecto a su altura, en las parcelas de medición. A éstos se les midió la altura total con cinta métrica y el diámetro con corteza a alturas de 0.30 mts., 1.30 mts, 3.30 mts., y luego a intervalos de 2 metros hasta el ápice del mismo. En cada distancia marcada en el fuste se procedió a cortar, utilizando motosierra, una rodaja de 10 centímetros de espesor (0.1 metro), en la cual se realizó un conteo del número de anillos de crecimiento y su distancia al centro, partiendo de cuatro diámetros perpendiculares a la misma. Con los datos obtenidos se

realizó el análisis fustal y se presentó gráficamente el crecimiento de los árboles con base en la relación altura-diametro-edad. Estos datos fueron utilizados para obtención del coeficiente morfico y curvas de indice de sitio.

5.6.2 Curvas de Indice de Sitio y determinación del indice de Sitio.

Haglund, citado por Vasquez (41), define al indice de Sitio, como "la altura maxima de un rodal a una edad determinada", la cual va a ser expresada en metros. Siendo que para rodales coetáneos, la altura dominante es la mejor medida de la productividad.

Su representacion gráfica esta determinada a traves de las curvas de indice de sitio, en las cuales se puede establecer el "índice de sitio" de la plantación a una edad base predeterminada (en años).

Los datos en los cuales se basó la construcción de las curvas de indice de sitio y posterior determinacion del indice de sitio, provienen del analisis fustal de cada una de las plantaciones en su respectiva localidad. Para la elaboración de estas curvas se analizaron cinco modelos matemáticos, buscando obtener el más adecuado a la distribución de los datos de la relación edad-altura para cada plantacion.

Los modelos utilizados fueron:

a) Modelo lineal, $Y = a + b \cdot X$

b) Modelo cuadrático, $Y = b_0 + b_1 \cdot X + b_2 \cdot X^2$

- c) Modelo logaritmico, $Y = b_0 + X^{b_1}$
 d) Modelo exponencial, $Y = a * e^{b * X}$
 e) Modelo de raíz cuadrada, $Y = a + b_0 * X + b_1 * X^{0.5}$
 Y=altura ; X=edad; a,b,b0,b1,b2=coeficientes

Una vez determinadas las ecuaciones se elaboraron las tres curvas de índice de sitio, para su respectiva plantación o localidad. Debido a que el índice de sitio va a estar expresado por la altura a una edad determinada, se decidió tomar la edad de 20 años como edad base para estimar este dato (obtenido a través de los datos de los modelos matemáticos), siendo que las tres plantaciones están representadas en esa edad (A:22 años, B:32 años y C:42 años), para lo cual se estimaron los Intervalos de Confianza, con los que se determinó la relación de cada curva en función de la altura a los 20 años respecto a las otras.

5.7 Coeficiente Mórfico (f).

Es la relación existente entre el volumen real del árbol y el volumen aparente representado por el volumen en función del diámetro a la altura del pecho (1.30 m) y la altura medida estimada en el campo con "pistola Haga". La relación se obtiene de la aplicación de la siguiente formula:

$$f = \frac{\text{volumen real}}{\text{volumen aparente}}$$

5.7.1 Volumen real (vr).

Se obtuvo de la siguiente manera: despues de tumbado el arbol se procedió a medir los diametros a intervalos regulares, dependiendo de la altura del arbol, a lo largo del fuste, obteniendo luego el volumen de cada sección a través de la formula de Smalian, para que con la sumatoria de las distintas secciones se obtuviera el volumen real del fuste, o sea la cubicación del arbol.

$$vn = \frac{as< + as>}{2} * L$$

$$vn = \frac{0.7854(d<)^2 + 0.7854(d>)^2}{2} * L$$

para cada sección, entonces:

$$vr = v1 + v2 + v3 \dots + vn.$$

Donde:

vr = volumen real

vn = volumen de una seccion "n"

as = area de la seccion en cada extremo

< = extremo menor de la sección

> = extremo mayor de la sección

d = diametro extremo en cada seccion

L = longitud de la sección

0.7854 = constante derivada de $\pi/4$

5.7.2 Volumen aparente (va).

Se obtuvo para cada individuo a través de sus variables medidas en el campo con los instrumentos respectivos, y se expresa a través de la fórmula:

$$va = 0.7854 * (d)^2 * ht$$

Donde:

va = volumen aparente

d = diámetro a la altura del pecho

ht = altura total del individuo

0.7854 = constante derivada de $\pi/4$



Cuanto mas se acerque "f" a la unidad, entonces, de igual manera se aproxima su forma a la de un cilindro y mejor sera su forma, respecto a volumen de madera aprovechable.

5.8 Factor de Corteza (k).

Es la relación que existe entre el diámetro con corteza (cc) y sin corteza (dc), y se estimó a través de la siguiente fórmula:

$$k = \frac{d * dsc}{(d)^2}$$

Donde:

k = factor de corteza

d = diámetro a la altura del pecho con corteza

dsc = diámetro a la altura del pecho sin corteza

5.8.1 Por ciento de corteza en el volumen total (%).

Se obtuvo a través de la fórmula:

$$\% = \frac{vcc - vsc}{vcc} * 100$$

Donde:

$\%$ = porcentaje de corteza

vcc = volumen con corteza

vsc = volumen sin corteza

5.8.2 Volumen sin corteza (vsc).

Se obtuvo a través de la fórmula:

$$vsc = (k)^2 * vcc$$

Donde:

vsc = volumen sin corteza

vcc = volumen con corteza

k^2 = factor de corteza

5.9 Area basal (g).

Se expresa por lo general en metros cuadrados (m^2), ya sea por individuo o por unidad de area (por hectarea), y se obtuvo a través de la siguiente formula:

$$g = (d^2) * 0.7854$$

Donde:

g = area basal en metros cuadrados

d^2 = diámetro al cuadrado

0.7854 = constante resultante de $\pi/4$

5.10 Volumen (v).

Se expresa por lo general en metros cubicos (m^3), ya sea por individuo o por unidad de area (por hectarea), y se obtuvo de la siguiente formula:

$$v = g * ht * f$$

Donde:

v = volumen en metros cubicos

g = area basal en metros cuadrados

ht = altura total en metros

f = coeficiente mortico

5.11 Tasa de crecimiento.

Para cada plantación se estimaron las tasas de crecimiento en función del Incremento Medio Anual (IMA) en diámetro, altura, área basal y volumen, el cual se define como "el promedio anual del crecimiento total alcanzado" (dimensiones actuales del individuo o masa forestal), y se obtuvo de la siguiente manera:

$$\text{IMAht} = \frac{\text{altura (m)}}{\text{edad (años)}} \dots\dots\dots \text{m/año}$$

$$\text{IMAd} = \frac{\text{diámetro (cm)}}{\text{edad (años)}} \dots\dots\dots \text{cm/año}$$

$$\text{IMAg} = \frac{\text{área basal (m}^2\text{)}}{\text{edad (años)}} \dots\dots\dots \text{m}^2\text{/año}$$

$$\text{IMAv} = \frac{\text{Volumen (m}^3\text{)}}{\text{edad (años)}} \dots\dots\dots \text{m}^3\text{/año}$$

6. RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados obtenidos en función de los objetivos del estudio, partiendo de los aspectos individuales que sirvieron de base para la determinación de los índices de sitio, información que se considera la parte esencial del trabajo.

6.1 Homogeneidad en altura dominante.

Esta prueba se aplicó entre los árboles dominantes de las parcelas en cada plantación. Los datos referentes a los árboles dominantes en las parcelas de medición para cada plantación bajo estudio se presentan en el cuadro 7, tomando como muestra un total de 10 árboles por parcela de 0.1 hectarea por plantación.

CUADRO 7. RESUMEN DE LOS DATOS OBTENIDOS EN LAS PARCELAS DE MEDICION PARA LOS ARBOLES DOMINANTES EN LAS PLANTACIONES BAJO ESTUDIO.

P L A N T A	E D A D (a)	P A R C (n)	DATOS DASOMETRICOS ARBOLES DOMINANTES			
			ALTURA DOMINANTE (m)		DIAMETRO (cm)	
A	22	1	23.30	22.88	30.90	30.27
		2	23.40		30.60	
		3	21.95		29.30	
B	32	1	26.95	28.58	50.20	50.47
		2	27.75		48.70	
		3	31.05		52.50	
C	42	1	28.95	28.58	56.90	58.65
		2	28.80		58.00	
		3	28.90		61.05	

Los resultados indican que respecto a la "altura dominante" no hay diferencia significativa entre las parcelas de medición, considerando a éstas como homogéneas en su respectiva plantación.

Dada la homogeneidad expresada respecto a la altura dominante en las parcelas de medición dentro cada plantación, y al hecho de que se distribuyeron equitativamente en la extensión de las mismas, puede entonces decirse que cada una de estas plantaciones se presenta como un mismo sitio.

En el cuadro 8 se presentan los datos estadísticos obtenidos para cada plantación respecto a la altura media y dominante expresada en metros.

CUADRO 8. DATOS RELATIVOS A LA ALTURA MEDIA (m) DE LAS PLANTACIONES Y DE LOS ARBOLES DOMINANTES EN LAS PLANTACIONES BAJO ESTUDIO.

P L A N T A	E D A D O (a)	MEDIA ARITMETICA		DESVIACION ESTANDAR		COEFICIENTE DE VARIACION	
		planta- ción	domi- nante	planta- ción	domi- nante	planta- ción	domi- nante
A	22	18.74	22.84	2.94	1.33	15.72	5.87
B	32	26.36	28.58	3.37	2.26	2.27	8.09
C	42	28.04	28.88	2.31	1.28	6.22	4.41

6.2 Determinación de índices de sitio.

6.2.1 Análisis Fustal.

Este análisis se realizó en base a los datos obtenidos de un árbol dominante promedio tumbado en cada parcela de medición en su respectiva plantación. Obteniendo de esta manera, para cada plantación un gráfico fustal que permite la visualización y conocimiento de diferentes características del individuo a una edad determinada, principalmente variables como diámetro y altura respecto a la edad.

El gráfico fustal obtenido para cada una de las plantaciones bajo estudio se presenta a continuación en las figuras 7, 8 y 9.

Para el caso de este estudio, la principal información obtenida del análisis fustal es la correspondiente a las variables altura respecto a la edad en años, datos básicos para la elaboración de las curvas de índice de sitio, en base a su análisis en función de modelos matemáticos, a la edad base de 20 años (ver cuadro 29A en apéndice).

En este estudio, se puede observar, que para el caso de la plantación A en la finca La Montaña, San José Pinula (figura 7), a la edad de 5 años, se espera que los árboles tengan una altura de 6.90 metros. Así mismo, para un radio del tocón de 5 centímetros (10 centímetros de diámetro), se espera una altura aproximada de los árboles de 10.90 metros.

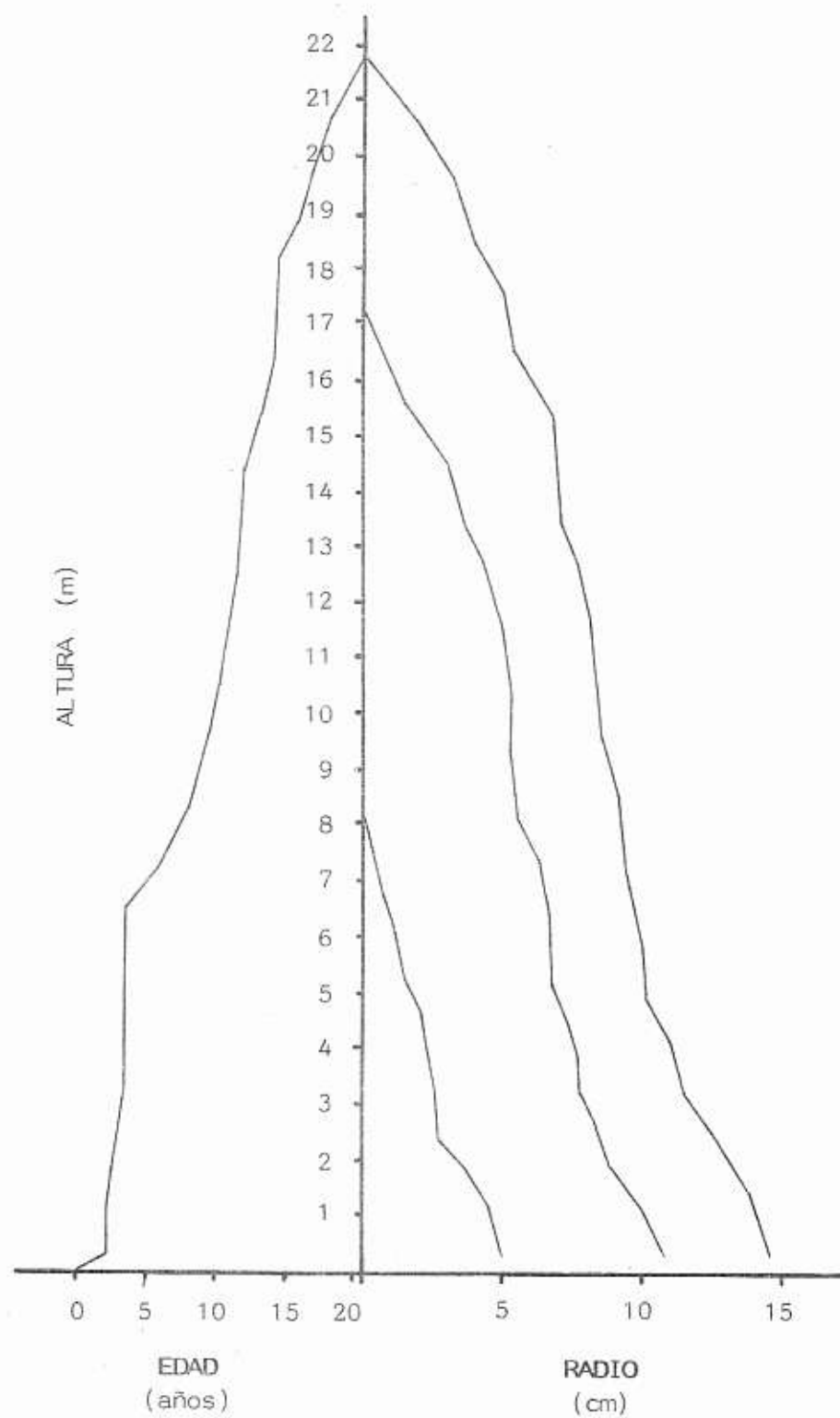


FIGURA 7. GRAFICO FUSTAL PARA *Cupressus lusitanica* Miller EN LA PLANTACION A, FINCA LA MONTANA, SAN JOSE PINULA.

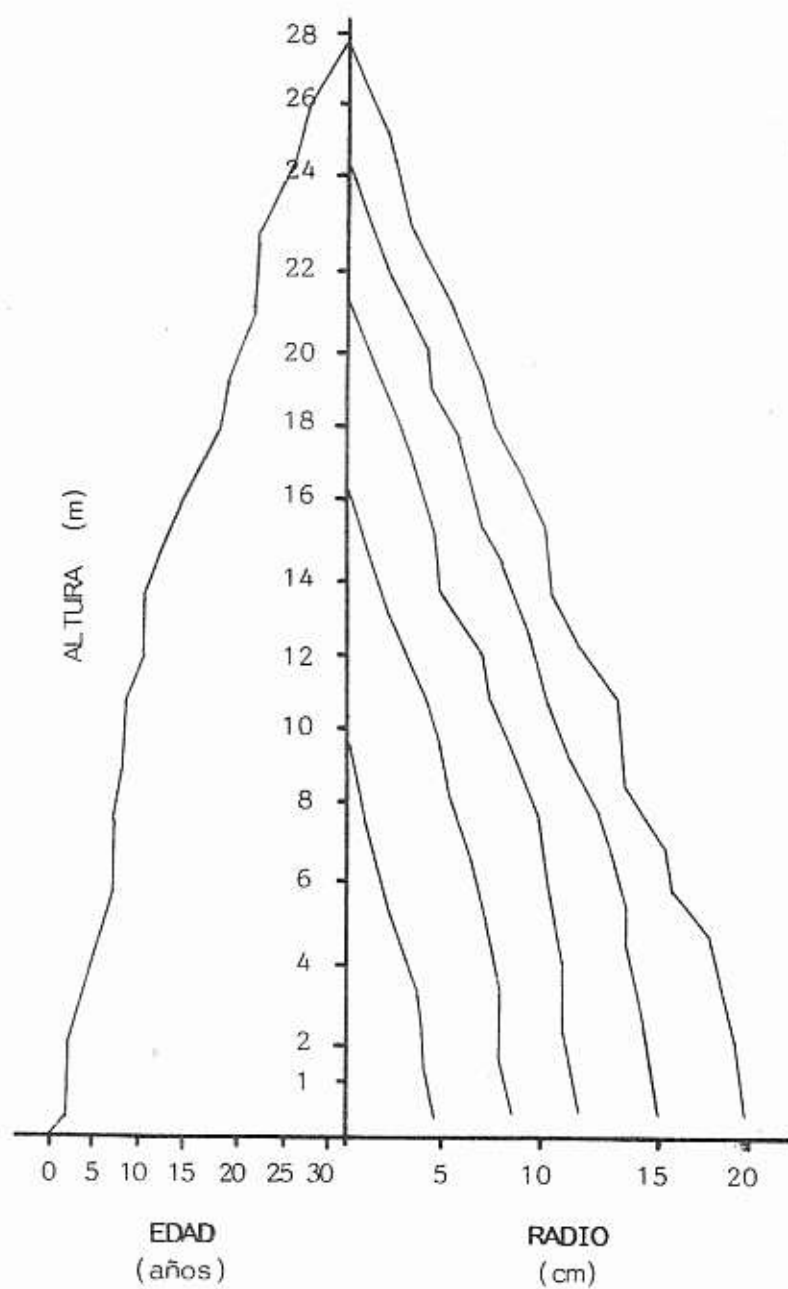


FIGURA 8. GRAFICO FUSTAL PARA *Cupressus lusitanica* Miller EN LA PLANTACION B, EL TAMBOR, PALENCIA.

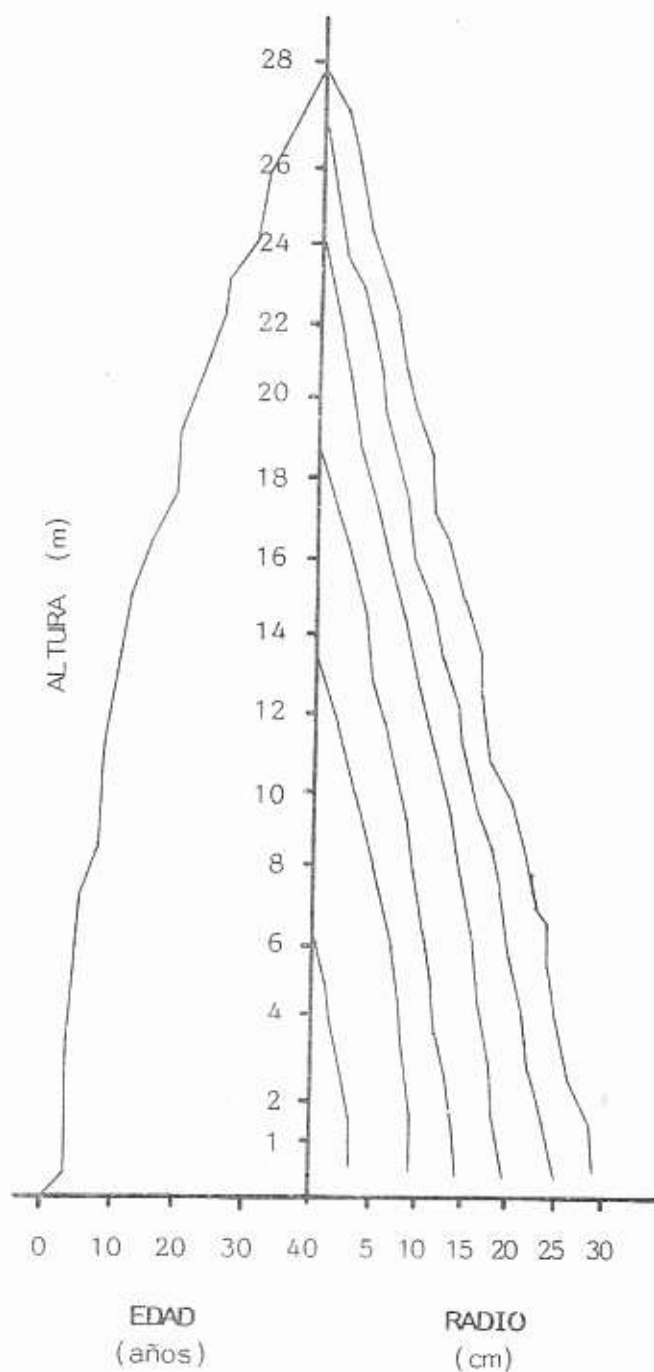


FIGURA 9. GRAFICO FUSTAL PARA *Cupressus lusitanica* Miller EN LA PLANTACION C, LAS VICTORIAS, VILLA CANALES.

6.2.2 Determinación de índices de sitio.

El índice de sitio está definido en función de la altura dominante, como mejor indicador de la productividad del mismo, ya que para muchas especies forestales dentro de ciertos límites de edad ésta es poco afectada por la densidad del rodal y los tratamientos intermedios.

A los datos obtenidos del análisis fustal en cada plantación se les sometió a una análisis de regresión simple, obteniéndose los modelos estadísticos respectivos a cada plantación.

Para cada modelo estadístico, se determinó por medio del mismo análisis, el Intervalo de Confianza, para el valor de altura dominante a la edad base de 20 años (de la cual se tienen mediciones en todas las plantaciones), lo que permitió definir el rango de valores entre los cuales se tiene cierta seguridad de encontrar a la media poblacional (en este caso de los árboles dominantes a esa edad) y definir así los valores de índice de sitio para cada plantación. En el cuadro 9 se presentan los datos obtenidos del análisis de regresión simple, para los valores de edad-altura.

CUADRO 9. RESUMEN DE LOS DATOS OBTENIDOS DEL ANALISIS DE REGRESION PARA DESARROLLAR LAS CURVAS DE LA RELACION EDAD - ALTURA DOMINANTE A LA EDAD BASE DE 20 AÑOS.

P L A N T	MODELO ESTADISTICO y = altura (m) x = edad (años)	VALOR DE ALTURA DOMINANTE (m)	INTERVALO DE CONFIANZA (m)	
			Li	Ls
A	LINEAL $y=1.136273+1.165009*x$ $r^2=0.98$	21.96	21.14-22.79	
B	RAIZ CUADRADA $y=11.86299406+7.52757611*x^{0.5}$ $r^2=0.99$	21.80	21.39-22.21	
C	RAIZ CUADRADA $y=-9.74106127+(0.26089502*x)+$ $7.75882493*x^{0.5}$; $r^2=0.99$	19.74	19.24-20.34	

Para cada modelo se elaboro una curva de comportamiento de edad- altura, en función de los resultados del cuadro 9, las cuales se pueden observar en la figura 10.

El análisis de regresión, que se puede observar en el cuadro 9, indica que para la edad base de 20 años, la plantación A presenta una altura dominante de 21.96 metros, con un intervalo de confianza entre 21.14 metros y 22.79 metros, como límites; así mismo, la plantación B presenta una altura dominante de 21.80 metros, con un intervalo de confianza entre 21.39 metros y 22.21 metros, y para la plantación C, la altura dominante es de 19.74 metros, con un intervalo de 19.24 metros y 20.34 metros.

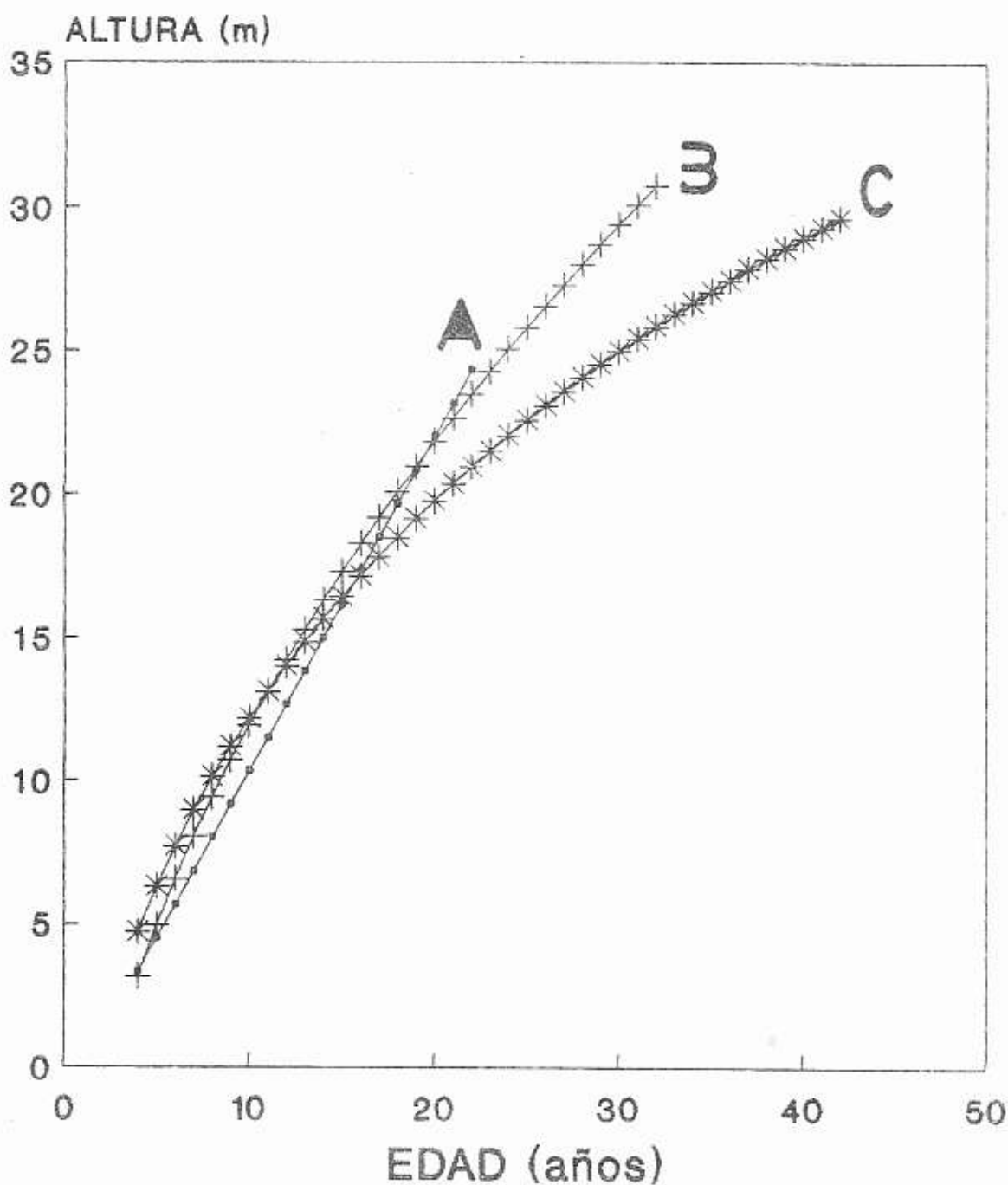


FIGURA 10. TRAZADO DE LAS CURVAS EDAD-ALTURA DOMINANTE PARA LAS PLANTACIONES BAJO ESTUDIO EN FUNCION DE LOS MODELOS ESTADISTICOS.

Esto indica que el rango de valores de la plantación B, está contenido en el rango de valores de la plantación A, no habiendo diferencia significativa entre las alturas dominantes, quedando excluido el rango de valores de C, como se muestra en el cuadro 10.

CUADRO 10. RANGO DE VALORES DE LOS INTERVALOS DE CONFIANZA PARA LA DETERMINACION DE INDICE DE SITIO A LA EDAD BASE DE 20 AÑOS.

INTERVALOS DE CONFIANZA (m)		INDICE DE SITIO	VALOR (m)
A	21.14-----22.79	 I	21.90
B	21.39---22.21		
C	17.88-20.23	 II	19.70

Como se observa en el cuadro anterior, el valor de B esta contenido en el valor de altura dominante de A, por lo que se considera a estos dos valores como un mismo indice de sitio, con un valor de 21.90 metros, quedando entonces el valor de C, con un indice sitio de 19.70 metros, ambos a la edad base de 20 años, como se muestra en la figura 11.

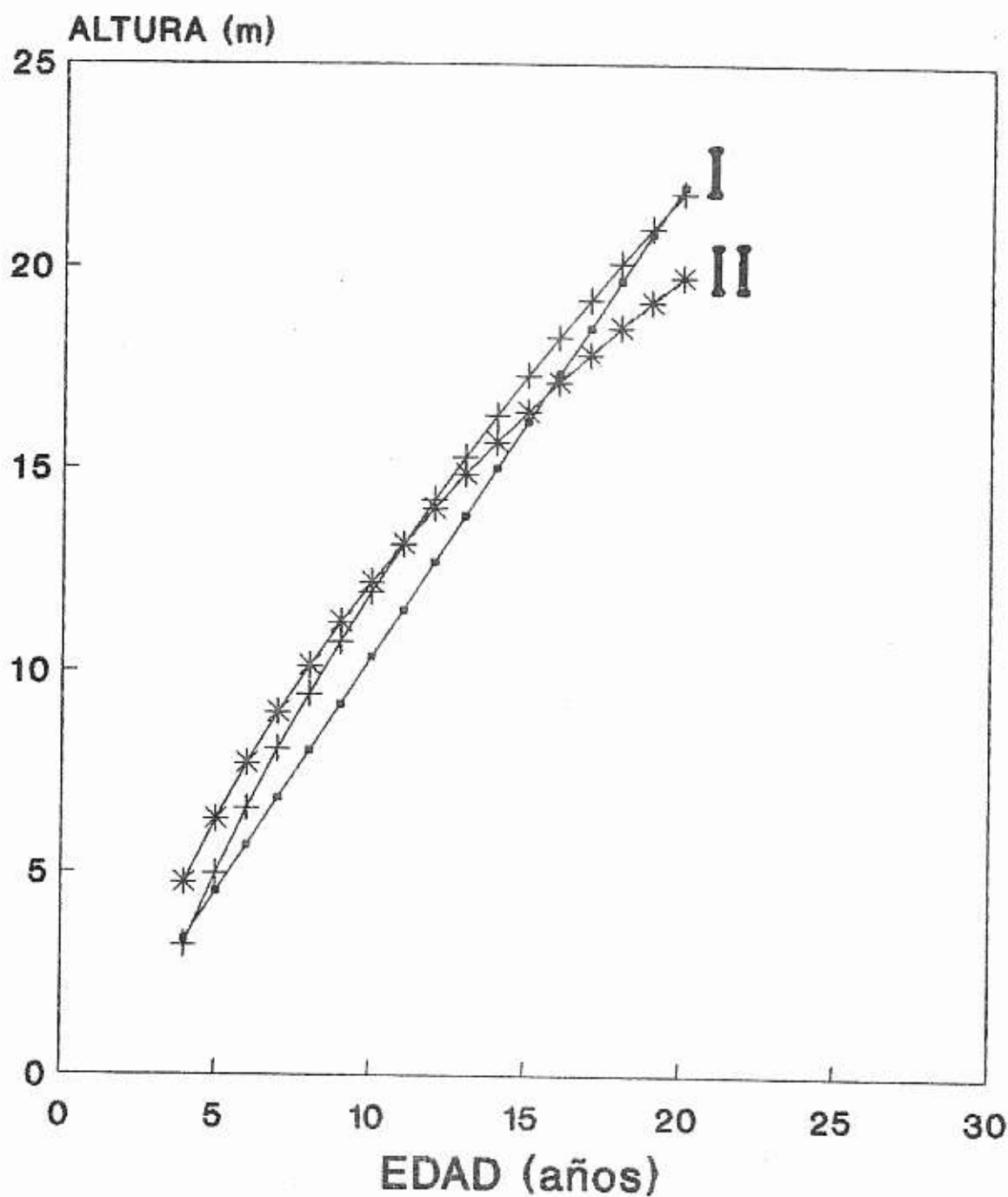


FIGURA 11. CURVAS DE INDICE DE SITIO E INDICES DE SITIO
PARA LA EDAD BASE DE 20 AÑOS.

Según la definición de índice de sitio, las plantaciones A y B, son de mayor productividad, que la plantación C, ésto en función de la altura dominante expresada en valores de altura en metros, como una medida práctica de estimar la productividad de los sitios forestales.

6.3 Coeficientes mórficos (f).

Este valor se determinó para cada una de las plantaciones a través de la relación establecida entre el volumen real (vr) y el volumen aparente (va) de los individuos tumbados, obteniéndose los resultados que se presentan en el cuadro 11.

CUADRO 11. COEFICIENTES MORFICOS DETERMINADOS EN CADA UNA DE LAS PLANTACIONES BAJO ESTUDIO.

PLANTACION	COEFICIENTES MORFICOS (f)
A	0.43
B	0.35
C	0.37

La principal utilidad del coeficiente mórfico (f), radica en la estimación de volúmenes cúbicos totales de árboles en pie aplicándolo en forma directa a la fórmula de volumen.

Los valores de los factores mórficos obtenidos indican que en la plantación A se obtuvo un $f=0.43$, lo que quiere decir que el 43% del volumen de un cilindro equivale al volumen de madera con corteza del

arbol, así mismo para la plantación B el $f=0.35$ y para la plantación C un $f= 0.37$, indican un volumen total de madera con corteza del 35% y 37% respectivamente.

El coeficiente mórfico varía con la edad, la especie, el sitio y el manejo de que sean objeto las plantaciones. Mientras más se acerque a la unidad el "f", entoces mejor sera su forma y mayor el volumen de madera aprovechable. En la plantación A se han hecho raleos han controlado su densidad, así como podas, lo que se refleja en un mayor "f", siendo que las otras dos plantaciones no han tenido este tipo de intervención y no se han manejado las densidades, manteniendose casi las iniciales. En estas se observa que la competencia por espacio aéreo y luz ha hecho que la parte superior de los fustes presente un adelgazamiento pronunciado respecto a la parte basal. Además, las plantaciones B y C son de mayor edad, lo que va reduciendo su vigor para mantener un crecimiento constante en todas sus dimensiones.

6.4 Factores de corteza.

Este factor es importante en la estimación del volumen aprovechable de madera, ya que con el mismo se puede estimar el volumen que ocupa la corteza en el fuste, y así obtener el volumen de madera bruta, es decir el volumen sin corteza, ya que casi siempre la corteza no es utilizada.

Los resultados obtenidos para cada plantación en lo referente a los factores de corteza se presentan en el cuadro 12.

CUADRO 12. FACTOR Y POR CIENTO DE CORTEZA ESTIMADO EN CADA UNA DE LAS PLANTACIONES BAJO ESTUDIO.

PLANTACION	FACTOR DE CORTEZA (k)	PORCIENTO DE CORTEZA (%)
A	0.9540	4.60
B	0.9317	6.83
C	0.9485	5.51

El valor del factor de corteza (k), nos indica que para los árboles de las plantaciones A,B y C, el volumen total sin corteza corresponde al 95.40%, 93.17% y 94.85%, respectivamente. Siendo que el por ciento (%) que la corteza ocupa en el volumen total del árbol equivale al 4.6%, 6.83% y 5.51%, para cada plantación A, B y C respectivamente, valores que se presentan relativamente bajos, dado el poco grosor que la corteza de esta especie representa en el diámetro de cada árbol, respecto a otras especies de coníferas.

6.5 Análisis dasométrico en las parcelas de medición.

Los principales datos obtenidos de las parcelas de medición en cada plantación y que fueron recopilados en el formulario del cuadro 20A del apéndice, son : diámetro a la altura del pecho; altura total del fuste; espesor de corteza; los cuales procesados proporcionaron los valores de factores de forma (f) y factores de corteza (k), proceso

del cual se derivaron los valores relativos al área basal en metros cuadrados y volumen en metros cúbicos, tanto para valores medios como por unidad de superficie (ha).

En el cuadro 13 se presenta un resumen de los datos obtenidos en las mediciones llevadas a cabo en las parcelas de medición en cada una de las plantaciones bajo estudio.

CUADRO 13. RESUMEN DE LOS DATOS OBTENIDOS EN LAS PARCELAS DE MEDICION EN LAS PLANTACIONES BAJO ESTUDIO.

P L A N T A C I O N	E D A D O S (a)	P A R C E L A S	D I A M E T R O (cm)	DATOS DASOMETRICOS DE LAS PARCELAS			
				DIAMETRO (cm)		ALTURA (m)	
A	22	1	64	24.32	24.0	19.11	18.74
		2	56	24.70		19.17	
		3	71	23.13		17.93	
B	32	1	40	33.73	37.01	23.93	26.36
		2	40	37.43		26.76	
		3	40	39.88		28.39	
C	42	1	22	50.86	52.73	27.76	28.04
		2	22	49.59		28.01	
		3	19	56.84		28.35	

Los datos del cuadro 13 resumen los valores medios de las variables diámetro y altura total de las plantaciones bajo estudio y presentan una idea de las características de los individuos respecto a su edad. No existen actualmente en Guatemala estudios completos que proporcionen datos que puedan servir de parámetro de comparación con los valores obtenidos en este estudio. De las mediciones en las

parcelas se derivaron los datos de áreas basales y volúmenes de acuerdo a las fórmulas respectivas.

Los resultados que se presentan en el cuadro 14 resumen los valores medios y por unidad de superficie de área basal y volumen en cada una de las plantaciones bajo estudio.

CUADRO 14. RESUMEN DE LAS VARIABLES DERIVADAS DE LOS DATOS DE LAS PARCELAS DE MEDICIÓN PARA CADA UNA DE LAS PLANTACIONES BAJO ESTUDIO.

PLANTACION	A	B	C
EDAD (años)	22	32	42
D MEDIO (m)	4	5	7
DENSIDAD/ha.	640	400	210
g. media (m^2)	0.0466	0.1151	0.2185
G/ha. (m^2)	29.6780	46.0570	45.8983
v_{cc} medio/i (m^3)	0.3921	1.1043	2.3733
v_{ec} medio/i (m^3)	0.3798	1.0819	2.3555
v_{cc}/ha (m^3)	248.9893	441.7437	498.3853
v_{ec}/ha (m^3)	237.5360	411.5726	472.8181

Así mismo, para cada una de las plantaciones se obtuvieron los datos relativos a los incrementos medios anuales (IMA), para las variables de diámetro, altura, área basal y volumen, como se presentan en el cuadro 15.

CUADRO 15. DATOS DE INCREMENTO MEDIO ANUAL (IMA) PARA LAS DIFERENTES VARIABLES EN CADA UNA DE LAS PLANTACIONES BAJO ESTUDIO.

P.	d cm/año	ht m/año	g media m ² /año	G/ha m ² /ha/año	v medio m ³ /año	V/ha m ³ /ha/año
A	1.09	0.85	0.0021	1.3409	0.0178	11.3479
B	1.16	0.82	0.0036	1.4383	0.0345	13.7694
C	1.25	0.67	0.0052	1.1111	0.0565	11.8663

El comportamiento de las variables respecto al incremento medio anual (IMA), para cada una de las plantaciones se presenta en base a las características respecto a la edad, las condiciones silviculturales y al tipo de manejo de que han sido objeto.

En lo referente al diametro (d), el cuadro 15 muestra que la plantación A tiene un incremento medio anual de 1.09 cm., la plantación B, presenta 1.16 cm y la plantación C, 1.25 cm. Estos valores han sido influenciados por las densidades y distanciamiento medio entre individuos, así como su edad. Como se mostró anteriormente, la plantación C, presenta un distanciamiento medio de 7 metros entre individuos, la plantación B, presenta 5 metros y la plantación A, tiene 4 metros. Lo anterior muestra que en la plantación C, los árboles han tenido suficiente espacio lateral de copas para desarrollarse sin mayor competencia, lo que le ha permitido tener un mayor crecimiento

diamétrico del fuste, además de la edad que es mayor respecto a las otras plantaciones.

La situación se manifiesta en los incrementos de área basal individual (g), ya que presenta similar comportamiento en relación al diámetro individual, por estar el área basal en función de ésta. Se presenta esta tendencia también en el volumen (v) individual, siendo éste función del área basal. Esta situación varía al analizar los valores en relación por unidad de superficie, ya que las diferencias que se presentan difieren respecto a las individuales, reduciéndose considerablemente, ya que esta es función de las densidades. Como se puede observar en el cuadro 14 la plantación A presenta una mayor densidad por unidad de área que B y C, lo que implica mayor número de individuos teniendo un incremento constante.

En cuanto al incremento medio en altura para las plantaciones, A presenta un valor de 0.85 metros por año, y B y C, valores de 0.82 y 0.70 metros por año respectivamente. Puede inferirse que esto se debe a que A es una plantación joven y de mayor vigor que B y C, así como a otros factores que tengan influencia indirecta o directa en el crecimiento en altura.

En lo que respecta al volumen los valores de las plantaciones son de 248.9893 m^3/ha con un incremento medio anual de 11.35 m^3/ha para A, 441.7437 m^3/ha con un incremento medio anual de 13.79 m^3/ha para B y 498.3853 m^3/ha con un incremento medio anual de 11.87 m^3/ha para C.

Algunos datos de volúmenes proporcionados por Gonzalez (14), para otros países son los siguientes:

- São Paulo, Brasil:	24.5	m ³ /ha/año.
- Africa	: 6.8 a 20	"
- Rhodesia	: 49.7	"
- Costa Rica	: 22 a 41.27	"
- Heredia, C.R.	: 21.6 a 23.6	"

Debiendo entonces definir cuales son las condiciones aceptables para poder decidir si el crecimiento es bueno o no, hecho que se debería basar en datos reales y de varias localidades para las condiciones de Guatemala, y en forma específica para las diferentes localidades forestales, no habiendo hasta la fecha suficientes estudios que proporcionen esa información.

Martínez y Zanotti (14), reportan valores de IMA para ciprés común en la región de Guatemala que van de 0.4 a 1.4 metros, y otros autores reportan valores de oscilan entre 0.93 y 1.85 metros para diferentes regiones de Guatemala entre edades que oscilan entre 2 y 22 años.

Los valores de las tres plantaciones (0.7, 0.82 y 0.85) se hallan entre los rangos de crecimiento en altura respecto a los datos del cuadro 3, los cuales abarcan varias regiones del país y son de menor edad. En cuanto al diámetro los mismos autores del cuadro 3 presentan

rangos de valores que oscilan entre 0.98 y 2.36 centímetros, encontrándose los rangos de las plantaciones bajo estudio en rangos de 1.09 a 1.25. MADELENA, reporta, según Gonzalez (14), valores de diámetro entre 0.65 y 1.0 para Guatemala.

En cuanto crecimiento en altura dominante, en el cuadro 16 se presentan los datos relativos al incremento periódico de los arboles con intervalos de 5 años, lo que permite observar el desarrollo de la altura en etapas continuas de crecimiento.

CUADRO 16. DATOS RELATIVOS AL INCREMENTO PERIODICO EN ALTURA DE LOS ARBOLES DOMINANTES CON INTERVALOS DE 5 AÑOS.

PLANT	INCREMENTO PERIODICO EN ALTURA (m)			
	PERIODO EN AÑOS			
	0 - 5	5 - 10	10 - 15	15 - 20
A	5.80	5.80	5.80	5.80
B	4.97	6.97	5.35	4.50
C	6.30	5.88	4.21	3.35

Como se observa en el cuadro 16, la plantación A presenta incrementos periódicos en altura que se han mantenido constantes con incrementos de 5.80 metros cada cinco años. Estos valores son

superiores a los valores de las otras plantaciones. Así mismo la plantación B presenta un incremento de 4.97 para los primeros cinco años y de 6.97 metros para el periodo de 5 a 10 años, etapa en donde comienza a declinar su curva de incremento. En cuanto a la plantación C, ésta presenta, respecto a A y B, un incremento superior en los primeros 5 años de 6.30 metros, para luego declinar en su curva de incremento, como se puede observar en la figura 12.

A continuación en la figura 12, se presentan las curvas de incremento periódico en altura, con intervalos de 5 años, para las plantaciones bajo estudio.

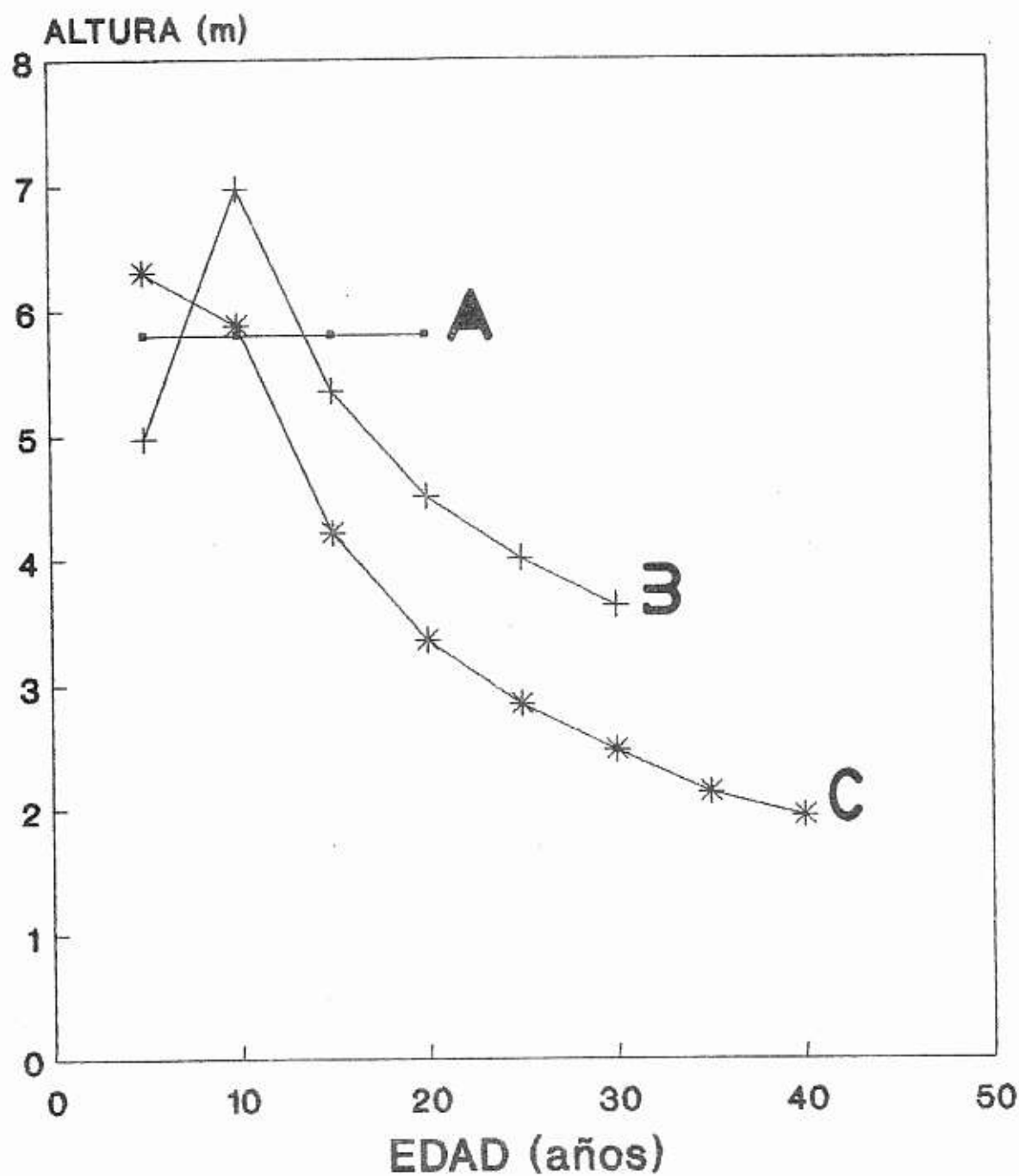


FIGURA 12. CURVAS DE INCREMENTO PERIODICO EN ALTURA CON INTERVALOS DE 5 AÑOS PARA CADA UNA DE LAS PLANTACIONES BAJO ESTUDIO.

En base a los resultados obtenidos, puede inferirse que en función de la definición de índice de sitio las plantaciones de la finca la Montaña (A) en San José Pinula y finca El Tambor (B) en Palencia, con un índice de sitio de 21.90 metros, son de mayor productividad que la plantación Las Victorias (C) en Villa Canales con un índice de sitio de 19.7 metros.

Así mismo se puede observar en relación a los incrementos periódicos y anuales, éstos revalidan el comportamiento de las alturas dominantes e índices de sitio, manteniendo un mayor valor y rango de altura a través del tiempo en las plantaciones A y B, en relación a C, principalmente a la edad de 20 años, presentandose estos como valores acumulativos a través del tiempo.

Respecto a esto, y haciendo una proyección de los valores en función de las ecuaciones de crecimiento, se tienen valores de las plantaciones A, B y C, para 25 años de edad de:

* A = 27.80 metros; * B = 25.80 metros; * C = 22.53 metros

Lo que indica en cierta medida, que el comportamiento de las alturas dominantes, presenta una tendencia constante a través del tiempo, en función de sus curvas de crecimiento (edad-altura dom), presentando así mismo, que la diferencia de A, aumenta respecto a B, y ambas respecto a C, en el periodo de 20 a 25 años. Siguiendo de esa forma la tendencia de los incrementos medios anuales e incrementos periódicos, así como las curvas de comportamiento en función de sus modelos matemáticos, en donde A manifiesta uniformidad respecto a su

crecimiento en altura. Aunque B, se presenta como un mismo sitio con A, a los 20 años, debe tomarse en cuenta que este es un dato puntual y en el cual influyó de manera directa, el periodo de los primeros 10 años para la plantación B, en donde fue superior su crecimiento, respecto a las otras plantaciones. Así mismo, en ese periodo comenzó a declinar su curva de crecimiento. En cuanto a la plantación C, ésta alcanzó su máximo incremento en los primeros 5 años, donde también comenzó a declinar su curva.

Como se mencionó anteriormente debe analizarse, además del crecimiento en base a una edad determinada, que otros aspectos influyen en este en cuanto a la altura de los árboles en diferentes sitios. Se puede inferir en la influencia de otros aspectos, tales como suelos, que podría relacionarse a las características químicas y físicas del mismo (ver cuadros 22A a 27A del apéndice), o bien en función de su profundidad efectiva. Además, se encuentran presentes, aspectos de orden climático, que podrían influir en el desarrollo de los individuos, así como factores de orden genético, en relación a las procedencias.

En cuanto a estos aspectos, en la plantación A, se presenta una profundidad efectiva del suelo de 50 centímetros y una precipitación total anual de 1494 mm.; en la plantación B, una profundidad efectiva de 100 centímetros y una precipitación total anual de 924 mm., y en la plantación C, una profundidad efectiva del suelo de 48 centímetros, con una precipitación total anual de 631 mm. En lo que respecta a datos de temperatura, los mismos no se toman en cuenta, ya que para las

plantaciones B y C, las respectivas estaciones meteorológicas no registran los mismos por ser de tipo "D", además de la poca confiabilidad de los datos, pues no presentan registros constantes a través del tiempo.

En forma general podrían tomarse los datos anteriores para inferir en cuanto a su influencia la productividad de los sitios como en este caso con los índices de sitio.

Si se observan los datos anteriores, en función de la precipitación, se podría interpretar que esta influye directamente en el crecimiento en altura de los árboles (situación que debería respaldarse en base a registros de crecimiento e incremento de las masas forestales o de árboles individuales, así como de datos climáticos confiables y constantes). Pues para el sitio I, en la plantación A, la precipitación total anual es 1494 mm., y en la plantación B, es de 924 mm., siendo una diferencia de 570 mm., anual.

Ahora bien, tomando en cuenta el factor suelo, la plantación A tiene una profundidad efectiva de 50 cm., y la plantación B, de 100 cm., con lo que se estaría compensando en cierta medida la diferencia en precipitación entre ambos sitios.

En cuanto al sitio II, la plantación B, tiene una precipitación total anual de 631 mm., y una profundidad efectiva de 48 cm. Lo cual indica que una diferencia significativa en relación con los valores del sitio I.

En lo que se refiere a los aspectos quimicos y fisicos de los suelos (ver cuadros 22A al 27A), tendria que estimarse el grado de correlación con el crecimiento de los arboles en cada sitio para poder determinar el grado de correlacion y la influencia tienen en las masas forestales en cada localidad y asi poder analizar y discutir al respecto en este estudio.

7. CONCLUSIONES

1. En función del análisis de regresión aplicado a los datos de la relación edad-altura dominante, a la edad base de 20 años, se obtuvieron tres modelos estadísticos, en base a los cuales se desarrollaron las curvas de índice de sitio para los árboles dominantes de cada plantación. Información con la que se determinaron los Índices de sitio de la siguiente forma: INDICE DE SITIO I, con un valor de 21.90 metros, correspondiente a la plantación A, ubicada en la finca la Montaña, San José Pinula y plantación B, ubicada en la finca El Tambor, Palencia, e INDICE DE SITIO II, con un valor de 19.70 metros, correspondiente a la plantación C, ubicada en la finca Las Victorias, Villa Canales. Siendo el índice de sitio una medida de la productividad de los sitios forestales, en función de la altura dominante a una edad determinada, entonces los resultados del estudio indican que los sitios donde se encuentran ubicadas las plantaciones La Montaña y El Tambor, son de mayor productividad que el sitio donde se ubica la plantación Las Victorias.

2. La diferencia de productividad encontrada a través de la determinación de los índices de sitio, se considera que no estuvo afectada por tratamientos silviculturales propios de cada plantación. Ya que como la misma se estimó a través de la altura dominante, variable poco sensible a este tipo de intervenciones. Por lo tanto, se considera que el crecimiento en altura de las plantaciones, estuvo afectada principalmente por factores de tipo climático, fisiográfico y edáfico.

3. En cada plantación se determinaron los valores correspondientes al factor de forma (f), obteniéndose para la plantación de la finca La Montaña (A) de San José Pinula un valor de 0.43; para la plantación de la finca El Tambor (B) de Palencia el valor de f equivale a 0.35 y para la plantación de la finca Las Victorias (C) de Villa Canales el factor de forma es de 0.37. En cuanto a estos resultados se considera que la diferencia entre los mismos está en función del tipo de manejo del que las masas forestales de cada plantación han sido objeto, así como al manejo de sus densidades. Así mismo se determinaron los valores de factor de corteza (k), siendo estos los siguientes: 0.9540, 0.0317 y 0.9485, para las plantaciones A, B y C respectivamente. Ambos valores pueden tomarse en cuenta, principalmente, como parámetros a ser utilizados en estudios de similares características, o bien aplicándolos en fórmulas de trabajo en sitios de similares condiciones.

8. BIBLIOGRAFIA

1. ALDER, D. 1980. Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento; predicción del rendimiento. Roma, Italia. FAO. Estudio FAO: Montes 22/2. v.2, 118 p.
2. BAKER, F.S. 1950. Principles of silviculture. New York, United-States, McGraw-Hill. 415 p.
3. BRUCE, D.; SCHUMACHER, F. 1965. Medición forestal. Mexico, Herrero. 477 p.
4. CAILLIES, F. 1980. Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento; estimación del volumen. Roma, Italia. FAO. Estudio FAO: Montes 22/1. v.1, 92 p.
5. CAMPOS, J.C. 1970. Estudo sobre índice de sitio e tabelas de volume e produção para Pinus elliotti Engelm no estado de São Paulo, Brasil. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA. 82 p.
6. CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. MADELENA (Gua). Experimentos de intensidades de raleo durante el año de 1989. Guatemala. Experimento no. 5 (76-1).

Sin publicar.
7. CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1986. crecimiento y rendimiento de especies para leña en áreas secas y húmedas de América Central. Costa Rica, CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico no. 79. v.1. 69 p.
8. COMBE, J.; GEWALD, N. 1980. Guía de campo de los ensayos forestales del CATIE en Turrialba, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 378 p.
9. CONTRERAS REYNOSO, J.F. 1987. Estudio de crecimiento y rendimiento de Pinus caribaea Morelet en Machaquila, Poptun, El Petén. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 98 p.
10. CRUZ S., J.R. DE LA. 1982. Clasificación de zonas de vida a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42p.
11. DANIELS, T.; HELMS, J.; BAKER, F. 1982. Principios de silvicultura. Trad. por Ramón Elizondo Mata. México, McGraw-Hill. 492 p.

12. ESCOBAR SAGASTUME, A.A. 1987. Estudio de crecimiento y rendimiento de Pinus maximinoi H.E. Moore en Jalapa, departamento de Jalapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 75 p.
13. FISHWICK, R.W. 1977. Determinação de curvas de índice de sitio para Cupressus lusitanica. Brasília, EMBRAPA. Projeto de Desenvolvimento e Pesquisa Florestal. Comunicação Técnica no. 6. 10 p.
14. GOITIA ESTRADA, D.J. 1954. Estudio de incremento volumétrico del Cupressus lusitanica Miller en relación a la edad y al sitio. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA. 58 p.
15. GONZALEZ M., J.H. 1990. Cupressus lusitanica especie de propósito múltiple; producción y usos en América Central. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 47p.
16. GUATEMALA. INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. 1975. Mapa topográfico de la República de Guatemala; hoja cartográfica San José Pinula, no.2159 IV. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.
17. _____. 1982. Mapa topográfico de la República de Guatemala; hoja cartográfica Amatitlán, no. 2059 II. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.
18. _____. 1982. Mapa topográfico de la República de Guatemala; hoja cartográfica San Pedro Ayampuc, no. 2160 III. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.
19. _____. INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA, METEOROLOGIA E HIDROLOGIA. Tarjetas de registro de datos meteorológicos de la estación "La Negra", no. 6.9.9 del municipio de San José Pinula, Guatemala.

Sin publicar.
20. _____. Tarjeta de registro de datos meteorológicos de datos meteorológicos de la estación "Planta Las Ilusiones", no. 6.1.31 del municipio de Palencia, Guatemala.

Sin publicar.
21. _____. Tarjeta de registro de datos meteorológicos de la estación "San Bernardo", no. 6.2.2, del municipio de Villa Canales, Guatemala.

Sin publicar.
22. _____. INSTITUTO NACIONAL FORESTAL. 1983. Mapa de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento; según el sistema Holdridge. Guatemala. Instituto Geográfico Militar. Esc. 1:600,000.

23. HONDURAS. CORPORACION HONDURENA DE DESARROLLO FORESTAL. 1976. Manual de establecimiento y analisis de parcelas permanentes de rendimiento. Honduras. 28 p.
24. ISOLAN, F.B. 1972. Estudio de qualidade de sitio para Pinus caribaea var. hondurensis Barret e Goltari no cantao de Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA. 98 p.
25. JADAN P., S.V. 1972. Sistema de clasificación de indice de sitio para Eucaliptus deglupta Bl. en Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 98 p.
26. KLEPAC, D. 1983. Crecimiento e incremento en arboles y masas forestales. 2 ed. Chapingo, Mexico, Universidad Autonoma de Chapingo. 365 p.
27. LOJAN, L. 1967. Periodicidad del clima y del crecimiento de especies forestales en Turrialba, Costa Rica. Turrialba (C.R.) 17(1):71-83
28. MATTEUCCI, S.D.; COLMA, A. 1972. Metodologia para el estudio de la vegetación. Washington, D.C., Organizacion de los Estados Americanos. Monografia no. 22. 136 p. (Serie de Biología).
29. MUNSELL COLOR COMPANY (EE.UU.) 1954. Munsell color soil charts. Baltimore, Maryland, EE.UU. 20 p.
30. NUNEZ SARAVIA, O.M. 1986. Estudio de crecimiento y rendimiento de Pinus maximinoi H.E. Moore en Coban, Alta Verapaz. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomia. 130 p.
31. OBIOLS DEL CID, R. 1975. Mapa climatologico preliminar de la Republica de Guatemala: segun el sistema Thornthwaite. Guatemala, Instituto Geografico Nacional. Esc. 1:1'000,000. Color.
32. PETERS, R. 1977. Tablas de volumen para las especie coniferas de Guatemala. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. Doc. de trabajo no. 17. 162 p.
33. ROJAS, O.E. 1988. Estudio de crecimiento y rendimiento de Pinus oocarpa Schiede y Pinus pseudostrobus Lind. en San Martin Jilotepeque, Chimaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomia. 95 p.
34. SARCENO ZEPEDA, E.E. 1984. Analisis estadistico descriptivo. Guatemala, Editorial Universitaria. 329 p.

35. SIMMONS, C.; TARANO, J.M.; PINTO, J.H. s.f. Carta agrológica de reconocimiento de la República de Guatemala. Guatemala, Servicio Cooperativo Interamericano de Agricultura. Esc. 1:200,000. Color.
36. _____. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala. Jose de Pineda Ibarra. 1,000 p.
37. _____. 1959. Mapa de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Guatemala, Servicio Cooperativo Interamericano de Agricultura. Esc. 1:250,000. Color.
38. TOBIAS, H. s.f. Resumen del curso de mapeo y clasificación de suelos. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Agronomía. 140 p.
39. TSCHINKEL, H. 1972. La clasificación de los sitios y el crecimiento de Cupressus lusitanica Mill. en Antioquia, Colombia. Revista Facultad Nacional de Agronomía (Col.) 27(1):3-30
40. STORIE, E. 1970. Manual de evaluación de suelos. Trd. por Alonzo Blackaller, Estados Unidos, UTHEA. p. 165-170
41. VASQUEZ CARBALLO, W. 1987. Desarrollo de índices de sitio y selección de un modelo preliminar de rendimiento para Pinus caribaea var. hondurensis en la Reserva Forestal La Yeguada, Panama. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 196 p.
42. VILLAFUERTE VILLEDA, H.R. 1987. Estudio de crecimiento y rendimiento de Pinus oocarpa Schiede en San Jose La Arada, Chiquimula. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Agronomía. 85 p.

C. Sc.
Petrucci



9. APENDICE.

CUADRO 17A.

=====

** DESCRIPCION TAXONOMICA Y DISTRIBUCION GEOGRAFICA DEL CIPRES
COMUN (Cupressus lusitanica Miller) EN GUATEMALA, (32).

Arbol muy hermoso, con buenas características silviculturales, de tronco muy cilíndrico. Alcanza diámetros de hasta 2 metros y alturas de 45 metros. Probablemente su zona de vida natural se haya extendido entre los 2,200 y 3,300 msnm. en los departamentos de Huehuetenango, Totonicapán, Quezaltenango, San Marcos, El Progreso (Sierra de las Minas), Chimaltenango, Sololá y Jalapa, sin embargo, artificialmente fue plantado en toda la República hasta alturas cercanas al nivel del mar. Tiene excelente adaptación, incluso con relación a los suelos. Según la posición del árbol su copa puede ser desde anchha y redondeada hasta angosta y columnar, por lo general densa y ramificada. La corteza de color gris-rojizo presenta fisuras longitudinales. Es fibrosa y se puede desprender del tronco en largas tiras. Las ramas son tendidas horizontalmente con ramillas colgantes de color gris-rojizo. Las hojas son escamiformes, densamente imbricadas de color verde opaco hasta glaucoscente, ovales, agudas en cuatro filas de 1 a 2 mm., de largoo, apiastadas, con una depresión glandular dorsal. Las flores presentan de 10 a 16 escamas artiríferas. Los conos de 12 a 15 mm., de diámetro son pedunculados, globosos, cubiertos con una pelusilla pálido-opaca de color glauco. Las escamas en numero de 6 a 8 rematadas por una punta elongada, casi siempre curvada hacia abajo. Las semillas son de color amarillento y se encuentran en cada escama del cono en un numero de 8 a 10.

DISTRIBUCION :

Aquí solo se hace mención de la distribución natural, pues en la actualidad, esta especie puede encontrarse en todas las regiones de la República.

<u>HUEHUETENANGO:</u>	Todos los Santos.
<u>TOTONICAPAN:</u>	Totonicapán, Santa Cruz del Quiche, Cerro El Tambor, Alasca.
<u>QUEZALTENANGO:</u>	Quezaltenango, Zunil, Camino Quezaltenango a Almolonga, Siete Orejas, Camino de Quezaltenango a Palestina.
<u>SAN MARCOS:</u>	San Marcos, Volcan Tajumulco.
<u>SOLOLA:</u>	Paximbal, Sierra Paraxquin, Volcan Santa Cruz.
<u>CHIMALTENANGO:</u>	Santa Elena.
<u>EL PROGRESO:</u>	Sierra de las Minas.
<u>JALAPA:</u>	La Soledad.

=====

Continuación cuadro 18A

Form 1

Hoja 2 de 2

Sitio número											
2.1.8. Temperatura máxima absoluta mensual (°C x 10)											
Enero	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agos.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
2.1.9. Temperatura mínima absoluta mensual (°C x 10)											
Enero	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agos.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
2.1.10. Distancia a la est.meteor.más cercana(km x 10)											
Diferencia en elevación (m)											
Estación nombre											
Código											
2.2. Suelos											
2.2.1. Pedregosidad (%)											
2.2.2. Peligro de inundaciones: alta ¹ media ² baja ³											
2.2.3. Tipo de suelo: residual ¹ coluvial ² aluvial ³ playa ⁴ otros ⁵											
2.2.4. Textura: 3 profundidades 0-5; 5-20; 20-40 x 4 tipos de materia (%)(10)											
Arena	Limo	Arcilla	m.o.	Arena	Limo	Arcilla	m.o.	Arena	Limo	Arcilla	m.o.
2.2.5. pH x 10 del suelo superficial											
2.2.6. Horizont. presentes											
2.2.7. Prof. cada horiz.											
2.2.8. Color cada horiz.											
2.2.9. Drenaje externo: libre ¹ impedido ²											
2.2.10. Tipos de erosión: sin o muy leve ¹ moderada ² severa ³ muy severa ⁴											
2.2.11. Roca madre: caliza ¹ arenisca ² granito ³ volcánica ⁴ otras ⁵											
2.3. Vegetación											
2.3.1. Zona de vida según Holdridge											
2.3.2. Vegetación actual aledaña a la plantación											
2.3.3. Vegetación anterior a la siembra: bosque virgen; b.explotado ² selectivos; b.acundario; pas ⁴ on; cultivos ⁵ anuales; cultivos ⁶ perennes; otros ⁷											
2.3.4. Tiempo que duró el uso de la tierra (años)											
2.3.5. Total de parcelas en el sitio											

CUADRO 19A. FORMULARIO PARA RECOPIACION DE INFORMACION EN LAS PARCELAS.

CATIE Form. 2
PRNR Sept. 80
Hoja 1 de 2

RECOPIACION DE INFORMACION EN PARCELAS

Anotador																																									
1.0. Sitio número																																									
1.1. Parcela número																																									
1.2. Nombre científico																																									
1.3. Familia																																									
1.4. Fecha plantación (día, mes, año)																																									
1.5. Area (metros cuadrados)																																									
1.6. Pendiente promedio (%)																																									
1.7. Procedencia de la semilla																																									
1.8. Objetivo :	ensayo		aseriño		pulpa		postes		combustible												X																				
	protección		rompévientos		otros																																				
2.0. Siembra y plantación																																									
2.1. Preparación del sitio:	parcial ¹										total ²																														
2.2. Tipo de preparación:	corta veg. ¹										arado ²										quema ³										otros ⁴										
2.3. Método :	manual ¹										mecánico ²																														
2.4. Espaciamiento inicial (m x 100)																																									
2.5. Número de árboles por parcela																																									
2.6. Número de árboles/ha al momento de la plantación																																									
2.7. Método de siembra:	directa ¹										plant. ² de vivero										raíz ³ desnuda										estaca ⁴										X
	plant. ⁵ de reg. natural										bola de tierra ⁶										otras ⁷																				
2.8. Altura promedio de los plántones a la siembra (cm)																																									
2.9. Edad de los plántones a la siembra (meses)																																									
2.10. Supervivencia a la plantación (%)											a los												años x 10																		
2.11. Replante a los años (x 10)																																									
2.12.1. Limpias (mét. frec.)																																									
2.12.2. Clareos (mét. frec.)																																									
2.12.3. Podas (mét. frec.)																																									
2.12.4. Otro tipo (mét. frec.)																																									

Continuación cuadro 19A.

Página 2
de 2

Sitio número			
Parcela número			
3. Fertilizantes			
3.1. Tipo			
3.2. Porcentajes			
3.3. Método de aplicación			
3.4. Cantidad (gramos x 10) por árbol			
3.5. Frecuencia (meses)			
4. Disturbios en la masa forestal			
4.1. Debido al ataque de: hongos ¹ insectos ² otros ³			
4.2. Producido por: fuego ¹ vientos ² otros ³			
4.3. Cantidad de daño producido (% respecto al área)			
5. Observaciones			
6. Fecha de medición (día, mes, año)			

CUADRO 20A. FORMULARIO PARA MEDICIONES EN LAS PARCELAS

MEDICIONES EN PARCELAS

Anotador						
1.0.	Sitio número					
1.1.	Parcela número					
1.2.	Nombre científico					
1.3.	Fecha de Plantación (día, mes, año)					
1.4.	Fecha de medición (día, mes, año)					
1.5.	Área de la parcela (m ²)					
Árbol No.	D.A.P. mm	Altura cm	Rectitud del fuste 1/	Defectos 2/	Anomalías 3/	Observaciones
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						

1/ 1: Recto; 2: Fuerte

2/ 1: Tallo quebrado con recuperación; 2: Tallo quebrado sin recuperación
3: Sin copa; 4: Copa anómala; 5: Enfermo; 6: Otro

3/ 1: Torcedura basal; 2: Reforzado; 3: Inclinado; 4: Cota de golpe

Mapa Top No. _____ Fotog. No. _____ LV. _____ Esc. _____ Coord (UTM) _____

Localidad _____ Situación _____

Altitud _____ Pendiente (%) _____ Pos. Fislog _____ U. Mapeo _____

Clima: Pp _____ T _____ Cultivo ó Veg. Nat. _____

Mat. Originario _____ Pedregosidad _____ Erosión _____ Drenaje _____

Humedad del suelo _____ Microtopografía _____ Sal. ó Alc. _____

Serie (Simmons et. al.)	Clasificación
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	
31	
32	
33	
34	
35	
36	
37	
38	
39	
40	
41	
42	
43	
44	
45	
46	
47	
48	
49	
50	
51	
52	
53	
54	
55	
56	
57	
58	
59	
60	
61	
62	
63	
64	
65	
66	
67	
68	
69	
70	
71	
72	
73	
74	
75	
76	
77	
78	
79	
80	
81	
82	
83	
84	
85	
86	
87	
88	
89	
90	
91	
92	
93	
94	
95	
96	
97	
98	
99	
100	

[illegible]

OBSERVACIONES: _____

Fecha _____ Reconocedor _____

Cuadro 22A. Descripción de los suelos de la plantación A.

A.a Características generales.

Ubicación: Finca La Montaña, municipio de San José Pinula.

Coordenadas geográficas: 90° 22' 32" longitud oeste
14° 33' 17" latitud norte

Altitud: 1735 msnm.

Posición geográfica: pie de montaña.

Forma del terreno circundante: de ondulado a inclinado.

Pendiente: 40%

Exposición: norte-sur.

Vegetación predominante: Ciprés común (plantación).

Material originario: cenizas volcánicas.

T° media anual: 19.18°C.

Precipitación total anual: 1494.2 mm.

Climatología, según Thornthwaite: B'b'AI

Zona de vida: Bosque muy húmedo montano bajo sub-tropical.

Pedregosidad: Clase 0

Erosión: Tipo hídrica, leve.

Drenaje: Bien drenado.

Taxonomía: Inceptisoles.

A.b Descripción del perfil:

- (cm)
- | | |
|-------------|---|
| A. 0 - 10 | Café, muy oscuro (10YR 2/2) en húmedo, franco-arcilloso, estructura en bloques sub-angulares de clase media, consistencia blanda en seco y firme en húmedo, medianamente adhesivo y ligeramente plástico, raíces abundantes de todas clases y límite gradual e irregular. |
| BA. 10 - 16 | Café oscuro (10YR 3/2) en húmedo, franco limoso, estructura en bloques sub-angulares de clase fina, consistencia blanda en seco y firme en húmedo, medianamente adhesivo y muy plástico, raíces abundantes de todas clases, límite gradual e irregular. |
| B. 16 - 50 | Grisáceo, café muy oscuro (10YR 4/2) en húmedo, franco-limoso, estructura en bloques sub-angulares, clase fina, de consistencia blanda en seco y firme en húmedo, medianamente adhesivo y ligeramente plástico, raíces abundantes de todas las clases, y límite gradual y ondulado. |

C. + 50

Cafe amarillento claro (10YR 6/4) en humedo, arcillo-arenoso, de estructura prismática, clase fina, de consistencia ligeramente dura en seco y muy firme en humedo, medianamente adhesivo y medianamente plastico, de raices abundantes.

CUADRO 23A. CARACTERISTICAS QUIMICAS DEL SUELO DE LA PLANTACION A.

HORIZONTE	A	BA	B	C
pH	6.0	5.7	5.8	5.9
Densidad ap. (gr/ml)	1.07	1.08	1.07	1.11
% M.O.	6.23	5.53	2.58	1.55
CATIONES INTERCAMBIABLES (meq/100gr)				
Ca.	12.99	10.03	11.49	10.32
Mg	4.20	2.91	2.70	3.38
Na	0.17	0.17	0.19	0.21
K	0.54	0.52	0.46	0.30
H	24.18	21.94	16.18	23.17
% SATURACION DE BASES	42.54	38.32	47.48	38.02

Cuadro 24A. Descripción de los suelos de la plantación B.

A.a Características generales:

Ubicación: Finca El Tambor, aldea El Triunto, municipio de Palencia.

Coordenadas geograficas: 90° 17' 06" longitud oeste
14° 40' 26" latitud norte

Altitud: 1604 msnm.

Posición geografica: colina baja.

Forma del terreno circundante: inclinado.

Pendiente: 30%

Exposición: este-oeste.

Vegetación predominante: cipres comun (plantación)

Material originario: cenizas volcanicas.

T° media anual: 20.5°C

Precipitación total anual: 922 mm.

Climatología, segun Thornthwaite: B'b'bi

Zona de vida: Bosque humedo templado sub-tropical.

Pedregosidad: clase 0.

Erosión: hidrica, moderada.

Drenaje: bueno.

Taxonomía: Inceptisoles.

A.b Descripción del perfil:

- (cm)
- | | |
|-------------|---|
| A. 0 - 45 | Cafe muy oscuro (10YR 2/2) en humedo, franco-arcilloso, estructura prismatica de clase media, consistencia dura en seco y muy friable en humedo, muy adherente y plastico, raices abundantes de todas las clases, limite nitido y ondulado. |
| B. 45 - 100 | Cafe grisaceo muy oscuro (10YR 3/2) en humedo, franco-arcilloso, estructura prismatica de clase gruesa, consistencia dura en seco y friable en humedo, muy adherente y plastico, raices abundantes de todas las clases, limite nitido y ondulado. |
| C. + 100 | Cafe muy oscuro (10YR 4/4) en humedo, arcillo-arenoso, estructura prismatica de clase gruesa, consistencia dura en seco y muy friable en humedo, muy adherente y muy plastico, raices abundantes gruesas y medianas. |

CUADRO 25A. CARACTERISTICAS QUIMICAS DEL SUELO DE LA PLANTACION B.

HORIZONTE	A	B	C
pH	6.4	6.3	6.0
Densidad ap. (gr/ml)	1.05	1.185	1.19
% M.O.	8.45	6.25	4.09
CATIONES INTERCAMBIABLES (meq/100gr)			
Ca.	9.13	8.47	6.35
Mg	5.29	4.25	3.12
Na	0.25	0.17	0.11
K	0.59	0.85	0.91
H	15.58	16.43	13.87
% SATURACION DE BASES	49.48	45.54	42.64

Cuadro 26A. Descripción de los suelos de la plantación U.

A.a Características generales:

Ubicación: Finca Las Victorias, aldea Santa Elena Barillas, municipio de Villa Canales.

Coordenadas geográficas: 90° 30' 30" longitud oeste
14° 30' 26" latitud norte

Altitud: 1630 msnm.

Posición geográfica: ladera de montaña.

Forma del terreno circundante: inclinado a quebrado.

Pendiente: 25%

Exposición: este-oeste.

Vegetación predominante: cipres común (plantación)

Material originario: cenizas volcánicas.

T_a media anual: 19.3°C
 Precipitación total anual: 631.2 mm.
 Climatología, según Thornthwaite: B**b**b**i**
 Zona de vida: Bosque húmedo templado sub-tropical.
 Pedregosidad: clase 1.
 Erosión: hídrica, eólica y moderada.
 Drenaje: bueno.
 Taxonomía: Entisoles.

A.b Descripción del perfil:

(cm)

Ah. 0 - 10 Negro (10YR 2/1) en húmedo, franco-arcilloso, estructura laminar de clase fina y grado débil, blando en seco y suelto en húmedo, ligeramente plástico, raíces abundantes finas y medianas, límite nitido y plano.

Bht.10 - 48 Café muy oscuro (10YR 2/2) en húmedo, franco-limoso, estructura en laminar de clase media y grado medio, consistencia ligeramente dura en seco y muy firme en húmedo, adherente y plástico, raíces abundantes de todas las clases, límite gradual y ondulado.

C. + 48 Café oscuro (10YR 3/3) en húmedo, arcillo-limoso, estructura en laminar de clase media y grado fino, consistencia dura en seco y firme en húmedo, muy adherente y muy plástico, raíces abundantes gruesas y medianas.

COADRO 27A. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL SUELO DE LA PLANTACION C.

HORIZONTE	Ah	Bht	C
pH	6.3	5.5	6.0
Densidad ap. (gr/ml)	0.7705	0.8818	1.0904
% M.O.	> 14	6.33	0.75

CUADRO 28A. Cuadro para la interpretación del Mapa climatológico preliminar de la república de Guatemala, según el sistema Thornthwaite, (31).

JERARQUIAS DE TEMPERATURA

INDICE I	SIMBOLO	JERARQUIA DEL CLIMA
128 o >	A	CALIDO
101 A 127	B	SEMICALIDO
80 A 100	B ₂	TEMPLADO
64 A 79	B ₃	SEMIFRIO
32 A 63	C	FRIO
16 A 31	D	DE TAIGA
1 A 15	E	DE TUNDRA

TIPO DE VARIACION DE LA TEMPERATURA

%	SIMBOLO	CARACTER DEL CLIMA
25 a 34	a	Sin estacion seca bien definida
35 a 49	b	Con invierno benigno
50 a 69	c	Extremoso
70 a 99	d	Muy extremoso
100	e	Extremosísimo

JERARQUIA DE HUMEDAD

INDICE I	SIMBOLO	CARACTER DEL CLIMA	VEGETACION NATURAL CARACTERISTICA
128 o >	A	Muy humedo	Selva
64 a 127	B	Humedo	Bosque
32 a 63	C	Semisecho	Pastizal
16 a 31	D	Seco	Estepa
< de 16	E	Muy seco	Desierto

DISTRIBUCION DE LA LLUVIA

i ESTACIONAL	SIMBOLO	CARACTER DEL CLIMA
Todos > que 4	r	Sin estacion seca bien definida
i < 4	i	Con invierno seco
p < 4	p	Con primavera seca
v < 4	v	Con verano seco
o < 4	o	Con otoño seco
Todos > que 4	d	Con deficiencia de lluvias en todas las estaciones.

CUADRO 29A. DATOS BASICOS PARA DESARROLLO DE LAS GRAFICAS FUSTALES.

ALTURA EN TOCON (m)	RADIO (cm)		
	A	B	C
0.30	14.0	20.60	29.50
1.30	12.50	20.10	28.30
2.30	10.90	19.70	27.50
3.30	11.00	18.80	26.25
4.30	10.70	18.50	25.30
5.30	10.00	18.20	24.50
6.30	9.75	17.00	23.75
7.30	9.40	16.30	22.50
8.30	9.00	15.20	21.00
9.30	8.40	14.30	20.25
10.30	8.30	13.90	19.50
11.30	8.10	13.50	18.00
12.30	7.75	12.30	17.50
13.30	7.15	11.20	16.00
14.30	6.85	10.10	15.75
15.30	6.75	9.40	13.75
16.30	5.15	8.75	13.00
17.30	4.75	7.90	12.00
18.30	3.80	7.25	11.50
19.30	2.90	6.90	10.25
20.30	1.90	5.60	8.75
21.30	0.75	4.75	8.00
22.30		3.80	7.75
23.30		3.10	5.50
24.30		2.10	3.50
25.30		1.40	3.00
26.30		0.60	2.00
27.30			1.00



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AGRONOMICAS

TESIS TITULADA: "DETERMINACION DE INDICES DE SITIO Y ESTUDIO DE CRECIMIENTO DE CIPRES COMUN (Cupressus lusitanica Miller) ESTABLECIDO EN PLANTACION EN TRES LOCALIDADES, DEL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: JULIO GUSTAVO LOPEZ PAYES.

CARNET NO: 8310012

Ha sido evaluada por los profesionales: Ingenieros Agrónomos Marino Barrientos y Juan José Castillo.

Los Asesores y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las normas universitarias y los reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Ing. Agr. Luis Ortíz
ASESOR



Dr. Luis Mejía de León
DIRECTOR DEL IIA

Ing. Agr. Luis Castañeda
ASESOR



IMPRIMASE:

Ing. Agr. Efraín Medina Guerra
DECANO

/sler.