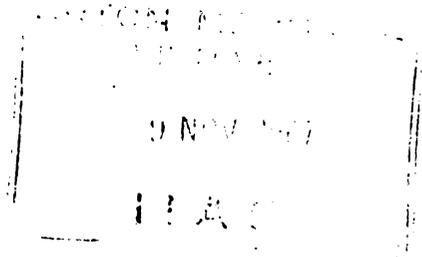


EL CIPRES (CUPRESSUS LUSITANICA MILL.) COMO BASE DE LAS
REFORESTACIONES PLANIFICADAS EN EL
VALLE CENTRAL DE COSTA RICA •

Por

José R. Bucarey B.



Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA
Centro de Enseñanza e Investigación
Turrialba, Costa Rica
Octubre, 1967

12.

EL CIPRES (CUPRESSUS LUSITANICA MILL.) COMO BASE DE LAS
REFORESTACIONES PLANIFICADAS EN EL
VALLE CENTRAL DE COSTA RICA

Tesis

Sometida al Consejo de Estudios Graduados como
requisito parcial para optar al grado de

Magister Scientiae

en el

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA

APROBADA:


Hans J. Tillmanns, Ph.D. Dr. Forst.

Consejero



John Phillips, M.F.

Comité


Leonee Bonnefil, M.S.

Comité


Leoncio Loján, M.A.

Comité

Octubre, 1967

iii

A.

mis amigos en Costa Rica

AGRADECIMIENTOS

El autor agradece:

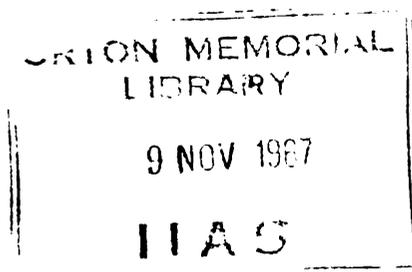
A los señores consejeros por su dirección.

A los técnicos forestales del Instituto de Tierras y Colonización, Ministerio de Industrias y Comercio y Ministerio de Agricultura y Ganadería, por sus informaciones y ayuda.

A los profesores y personal del Departamento de Dasonomía del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, por su ayuda.

A la Organización de Estados Americanos por auspiciar los estudios.

A todas aquellas personas que cooperaron en este trabajo.



BIOGRAFIA

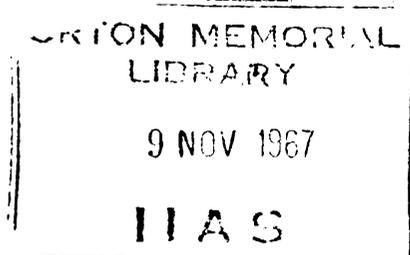
José R. E. Bucarey Bucarey nació en la ciudad de Santiago, Chile, el 16 de julio de 1935.

Sus estudios primarios y secundarios los hizo en las ciudades de San Felipe y Valparaíso.

Sus estudios universitarios los realizó en la Facultad de Ingeniería Forestal de la Universidad Distrital de Chile (Valdivia), graduándose de Ingeniero Forestal en 1963. En esta Facultad fue alumno ayudante e instructor hasta 1963.

Actualmente trabaja como profesor auxiliar en la Escuela de Ingeniería Forestal y ejerce libremente la profesión.

En septiembre de 1965 ingresó como estudiante graduado de la Disciplina de Dasonomía del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA.



CONTENIDO

	<u>Página</u>
INTRODUCCION	1
REVISION DE LITERATURA	4
Taxonomía y características botánicas del ciprés	4
Ecología y distribución	6
La madera del ciprés y sus usos	9
Crecimiento	10
MATERIALES Y METODOS	14
Ubicación de las parcelas consideradas en el trabajo.	14
Instrumentos y mediciones	16
Compilación y tabulación de datos	16
Tabla de volúmenes	17
Tablas de rendimientos	19
Relación entre la altura fustal y la edad	24
Relación entre el D.A.P. y la edad	25
Relación entre el volumen del árbol medio y la edad	26
Tablas de rendimiento aserrable	27
Introducción de la especie, costo de instalación de las plantaciones y árboles de navidad	28
Pre-aprovechamiento del capital suelo, en base a en- tresacas como árboles de navidad	28
RESULTADOS	30
El ciprés en Costa Rica	30
Edad y extensión de las plantaciones	39
Datos y cálculos de las parcelas consideradas en el trabajo	39
Tablas de rendimientos	46
Rendimiento aserrable de los rodales y para los ran- gos de crecimiento óptimo y actual	46
Costo de instalación de las plantaciones	53
Jornales y costos de la instalación de una plantación de árboles de navidad	54
Gastos y entradas de las entresacas para árboles de navidad mediante el método de pre-aprovechamiento del capital suelo	56
Primera alternativa: espaciamento inicial 1 x 1 m ..	57
Segunda alternativa: espaciamento inicial 1,5x1,5 m.	58

	<u>Página</u>
DISCUSION Y CONCLUSIONES	60
Masa forestal	60
Tablas de rendimientos y rendimientos de los rodales.	63
Perspectivas del ciprés en el pre-aprovechamiento del capital suelo y la demanda de los productos del bosque en Costa Rica	69
RESUMEN	73
SUMMARY	76
LITERATURA CONSULTADA	78
APENDICES	84

INTRODUCCION

El consumo mundial de la madera y productos forestales aumenta muy de prisa. Según estimaciones de F.A.O. (16, 17, 18), el mundo ne cesitará en 1975 cerca de 1.500 millones de m³ de madera industrial y 1.199 millones de m³ de madera para leña. Estos valores significan un aumento en relación con lo consumido en 1961 de aproximadamente 450 millones de m³ de madera industrial y 150 millones de m³ de madera para leña, es decir un 25% de la producción. En ese año hubo un déficit de 25 millones de m³ de madera industrial, y para 1975 se estima el déficit en 70 millones de m³ de madera industrial.

El reconocimiento que en América Latina se viene haciendo de la importancia de los bosques en el aprovechamiento de la tierra y los aspectos forestales de la colonización y reforma agraria, ejercen su influencia en la formulación y ejecución de la política forestal regional (17), estimulando programas más intensivos de plantaciones de bosques asociados con planes de desarrollo de la industria forestal y la necesidad de integrar al sector forestal con los demás sectores de la economía general (52).

Estos hechos han obligado a los gobiernos a planificar una política forestal dinámica, tendiente al reconocimiento y conservación de la masa boscosa, impedir la agricultura migratoria, regular las quemadas y el pastoreo y aumentar la producción y fomento de las plantaciones.

Para esto se ha creado una conciencia forestal basada en el hecho reconocido de que el bosque necesita una ordenación adecuada -- de acuerdo con las condiciones y factores inherentes al propio bosque -- que permita mantener un rendimiento sostenido, con una producción

continúa y que tienda a dar el mejor beneficio económico (62).

En este sentido los bosques de las regiones tropicales que contienen una gran parte de la reserva mundial de madera-- incluyendo la casi totalidad de las reservas de ⁷ zonas de alta calidad y grandes dimensiones que aún quedan -- han sido poco estudiados. En cambio, las plantaciones han tenido más atención y las masas artificiales están repercutiendo cada vez más en el suministro de madera, suplementando o complementando a las masas naturales, sustituyéndolas cuando su crecimiento es bajo, y creando recursos de madera donde antes no existían. Entre las masas artificiales, las plantaciones con especies de crecimiento rápido son las que más se han estudiado, principalmente por sus resultados favorables en cuanto a rendimiento, turno y costo de la madera.

Con el presente estudio se pretende cooperar en la respuesta a unas de las interrogantes previas a la formulación de planes de desarrollo forestal con plantaciones. Tales interrogantes, desde el punto de vista forestal, -- entre otras -- son: Qué especies emplear? Cuál es su crecimiento? Cómo plantarlas? Qué rendimiento se espera de ellas? y Dónde plantarlas?

Como respuesta a estas preguntas se puede establecer que en Costa Rica ya existen varias especies. En las zonas altas se destacan el Jaul (Alnus jorullensis H.B.K.) nativo de la zona, y una conífera introducida, el ciprés (Cupressus lusitanica Mill.) plantado principalmente en la Zona Central de Costa Rica. El acopio de información sobre las plantaciones existentes servirá de orientación básica a una posible planificación de futuras plantaciones en el país y otras zonas

diámetros mayores de 100 centímetros (25).

La corteza es comúnmente delgada de 5 a 15 mm (60) de estructura fibrosa, dividida en tiras longitudinales más o menos entrelazadas (40, 50), el color va del violáceo al gris oscuro; café amarillento oscuro por dentro y ceniciento por fuera según la forma y edad. La corteza de las ramitas primarias es lisa, a veces algo escamosa, de color oscuro violáceo, con frecuencia levemente ceniciento (57).

Las ramas longitudinalmente dispuestas, se reducen hacia el ápice para formar una copa cónica bastante característica; las ramitas secundarias y últimas ^{con} alternas o irregularmente colocadas, su colocadas, su color varía del verde claro al verde amarillo azulado (60).

Las hojas son escamiformes, pero de diferentes forma y tamaño, de 16 mm de largo. Se presentan por lo general en cuatro hileras adheridas a las ramitas (37). Las hojas son comúnmente ovaladas o punteagudas, poseen en el dorso una glándula más o menos notoria. Las hojas de los ejes son más grandes, ovadas y generalmente agudas, en cambio las de las ramitas secundarias suelen ser anchas y cortas y las de los renuevos son muy largas y agudas (6, 61).

El árbol es monoicó, con flores masculinas en amentos avales de 2 a 4 mm (3, 54) de largo, situados en las extremidades de las ramitas, con cuatro hileras de brácteas que protegen los sacos políneos, excepto las apicales que son por lo general estériles (6, 60). Las flores femeninas presentan una inflorescencia globosa y son formadas por escamas gruesas que, con excepción de las inferiores y superiores, abrigan a varias series de óvulos (60).

REVISION DE LITERATURA

Taxonomía y características botánicas del ciprés

El ciprés (Cupressus lusitanica Mill.) pertenece al género Cupressus de la tribu Cupressoides, familia Cupressaceae del Orden Conifera.

Es una especie que presenta muchas variedades de forma y aspecto, por lo que para establecerlo como plantación pura, es necesario una cuidadosa selección de sus semillas (40). Esta variabilidad, entre otras características, aún no permite que los botánicos establezcan su origen y los nombres vulgares y científicos con que se le conoce. Entre los nombres vulgares y científicos se le conocen los siguientes sinónimos:

Sin. Bot.: Cupressus lusitanica Mill. (1768) (14);

C. benthamii Endl;

C. lusitanica var. benthamii (15);

C. lindleyi Klotsch (1857) (13);

C. glauca Link (1786) (37);

C. coulteri Forbes (1839) (13, 37);

Sin. vulg.: Ciprés; Ciprés lusitanico; Ciprés de Goa;

Cedro de Goa; Ciprés du Portugal (5, 39);

Mexican Cypress (13); Ciprés mexicano (25);

Pino (3); Cedro blanco (60).

Es una especie siempre verde con tronco recto, frecuentemente columnar. Por lo general la parte baja del tronco de los árboles maduros presenta acanaladuras. Alcanza más de 40 metros de altos y

ecológicas similares de otros países del trópico en sus regiones elevadas.

El trabajo únicamente trata el conjunto de plantaciones señalando la situación actual y general del ciprés en Costa Rica. A través del análisis de las plantaciones existentes en el país y datos provenientes de plantaciones similares en Kenya, se pretende lograr el objetivo de conocer el rendimiento de las plantaciones.

Para lograr este cometido se efectuaron una serie de mediciones y encuestas. Hubo inevitablemente una gama de limitaciones debido a la dificultad de acopiar ciertas informaciones que no existían y que las plantaciones no fueron efectuadas como experimentos científicamente supervisados.

Pero a pesar de la escasez de datos concretos disponibles se obtuvieron rendimientos que caben prever con las plantaciones existentes. Estos datos deben interpretarse como un intento para demostrar el rendimiento aproximado que cabe obtenerse del ciprés en las condiciones actuales. Para establecer tablas de rendimiento exactas serían necesarios varios años de observaciones sucesivas.

El fruto o estróbilo es globoso formado por seis u ocho escamas que rematan en una espina curva hacia abajo; miden de 10 a 15 mm (19) y su color es casi siempre rojizo oscuro, frecuentemente con tintes violáceos o cenicientos. Maduran a los dos años y se producen en las ramitas primarias o en la base de las secundarias. Son solitarios (excepcionalmente en pares, pero a veces muy próximos de manera que forman un grupo más o menos numerosos. Están sostenidos por pedúnculos, normalmente cortos o casi sésiles (35, 60).

Las semillas son numerosas, por lo común de 50 a 120 en cada estróbilo, producen aproximadamente 220.000 semillas por Kg. con una capacidad germinativa en el vivero de 20% (40). Las semillas son comprimidas, angulosas e irregulares, con un ala marginal rudimentaria que no sirve para el vuelo. Miden de 3 a 5 mm (19).

El poder germinativo es muy prolongado, sobre todo en semillas de estróbilos grandes (54).

Ecología y distribución

En su habitat natural, el ciprés mexicano ocupa, según la clasificación de Holdridge (27), la formación vegetal denominada bosque muy húmedo de la faja montano de la región tropical, la que se caracteriza por tener temperaturas medias mayores de 12°C pero con presencia de heladas o temperaturas críticas (25). Dentro de estos límites de temperaturas crece en forma natural entre precipitaciones medias anuales de aproximadamente 1.000 a 4.000 milímetros (25, 64).

Por lo general se halla en rodales puros; sin embargo, a veces se encuentra asociado con Pinus montezuma var. rudis, P. ayacahuite,

Abies religiosa y A. guatemalensis y árboles de hoja ancha como Prunus sp., Cornus sp., Carrya sp. y varias Lauraceae y Ericaceae (25).

Es una especie heliofila, sin embargo, observaciones hechas en Costa Rica indican que en los primeros años tolera la sombra, lo que Dyson* confirma, agregando que llega hasta 3 m de alto, siempre que el dosel no sea demasiado denso.

El ciprés se adapta a condiciones de clima y suelo mucho más variadas que en los límites de su distribución natural (24). Resiste la helada, nieve (22) y sequía (37). Se establece satisfactoriamente en suelos erosionados, pero su crecimiento es lento en los suelos muy erosionados. En suelos buenos, húmedos y con clima fresco es un rápido productor de madera (27, 31, 32).

Después de incendios actúa como especie pionera -- siempre que queden portagranos -- debido a que sus semillas son muy livianas y los frutos pueden mantenerse sin abrir por dos o más años (25); a este hecho se debe que existan rodales uniformes en edad dentro de la asociación.

Estas características, más otras inherentes a las propiedades de la madera, su aspecto y forma son, entre otras, las causas de su distribución artificial (21, 22), por lo que se encuentra en diferentes zonas de vida ecológicas, en los países americanos, como se señalan en el cuadro N^o 1, confeccionado con datos extractados de informes reunidos por el Centro Tropical de Investigaciones Forestales (7).

* DYSON, W. G. Información general sobre el ciprés. Comunicación personal. 1967.

Cuadro Nº 1. Zonas de vida ecológicas de los países americanos en que se encuentra C. lusitanica Mill. Fuente: Centro Tropical de Investigaciones Forestales (7).

Países	Zonas de vida*	Elevación m	Precipitación mm
COLOMBIA	b.h-M.B.	3.050	1.580
	b.h-M.B.	2.550	1.800
	b.h-M.B.	2.600	1.000
ECUADOR	b.h-M.	3.200	1.400
	b.m.h-P.M.	1.000	2.200
GUATEMALA	b.h-M.B.	1.700	1.016
MEXICO	b.h-M.B.	2.800	1.280
PUERTO RICO	b.m.h-P.M.	750	2.210
	b.m.h-P.M.	1.000	2.525
	b.m.h-P.M.	650	2.667

- * b.h-M.B. = Bosque húmedo Montano Bajo;
 b.m.h-P.M.= Bosque muy húmedo Pre-montano;
 b.h-M. = Bosque húmedo montano del sistema Holdridge (27).

Cabe agregar que en las dos primeras parcelas de Colombia se registran 2 y 3 meses con heladas al año y que en la de México se registran 3 meses.

El ciprés (C. lusitanica Mill.) se ubica en lugares templados o fríos, sobre sitios abrigados y algo húmedos, frecuentemente en

barrancos o en las orillas de los ríos a partir de los 1.300 m.s.n.m. (26). En Guatemala, Standley (56, 57) lo señala como una de las especies que se encuentran entre los 2.700 a 3.500 m.s.n.m.

Según Record y Hess (47) y otros, el área natural del ciprés se extiende desde México, aproximadamente desde los 21º de latitud Norte hasta el Sur de las montañas de Guatemala, a lo que Standley (55, 56) y Weck (64) agregan El Salvador y Honduras, siempre en las altas cumbres.

El área artificial del ciprés, en América ocupa una extensión que va desde México por el Norte hasta Argentina por el Sur (6, 8, 21).

Parry (39), Streets (58) y otros lo reportan en España, Portugal, Africa Oriental y Meridional y Oceanía.

La madera del ciprés y sus usos

El ciprés presenta una albura de color amarillo rojizo y un duramen amarillento con tintes anaranjados; olor y sabor característico de la especie, textura fina, grano recto y veteado suave (debido a que en las zonas tropicales la transición entre la madera de primavera y la de verano muy raras veces se manifiesta, y cuando lo hace, es discontinua a lo largo del anillo de crecimiento).

La madera de ciprés actualmente en Costa Rica, se usa como madera de construcciones, parket, muebles y utensilios de cocina. Otros usos de la madera de ciprés procedentes de plantaciones, tales como: madera estructural, postes telefónicos y eléctricos, durmientes para ferrocarriles y tejuelas para techos, como se usan en Africa (29, 53) están condicionados a las respuestas que la madera procedentes de

plantaciones, en Costa Rica, den a las sollicitaciones mecánicas. Si estas respuestas son similares a las calculadas por Paterson (42) en Kenya (Cuadro Nº 2), es posible lograr un uso más generalizado de la especie en el país.

Cuadro Nº 2. Promedio de propiedades mecánicas y físicas de la madera de C. lusitanica Mill., en Kenya (42).

Sollicitaciones	M a d e r a			
	Verde		Seca (12% humedad)	
Flexión estática máxima	494	Kg/cm ²	687	Kg/cm ²
Módulo de elasticidad	90	"	97	"
Compresión paralela al grano	237	"	421	"
Zizalle: paralela al grano	50	"	77	"
Dureza: paralela al grano	226	Kg	293	Kg
: perpendicular al grano	297	"	492	"
Peso específico	0,6	"	0,45	"

Crecimiento

Del crecimiento del ciprés, en estado natural son pocos los datos que se tienen, sin embargo, indican un buen rendimiento para la especie. Así Burgers (4) calcula para El Salvador, un crecimiento total de 585 m³/ha y agrega 500 m³/ha como suma de las entresacas para rodales de 30 años. Holdridge (25) y Holdridge et al (28) dan valores de área basal para rodales de 8,25 y 40 años respectivamente.

Estos valores se aprecian en el Cuadro N^o 3 y según cita (25).

Cuadro N^o 3. Datos de ciprés en algunos países latinoamericanos, según información de la literatura consultada (1, 7, 25).

Países	Edad años	DAP cm	Altura m	N ^o de árboles N ^o /ha	Area basal m ² /ha	Incremento m ² /ha/año
Colombia (7)	7	15	10	1.637	25	3,5
	20	18	15	6.033 ⁷	104 ⁷	5,2
	15	20	12	800	27	1,8
Ecuador(7)	26	40	21			
	25	28	15	2.174		
Guatemala (naturales)	8*			6.500	32	4,0
	25*			1.200	53	2,1
	40*			1.200	62	1,5
Guatemala (7)	18	18	17	1.111	32	1,8
	18	17	16	840	24	1,3
	20	26	16	896	33	1,4
	20	26	25	1.098	41	2,1
	64	64	39	120	30	1,0
México (7)	31	24	14	1.156	32	1,0
Puerto Rico (7)	8	9	6	2.000		
	8	7,5	3,6	2.390		
	19	21	15	963	29	1,5
	21	15		1.000		
Costa Rica (25)	18			2.180	63	3,5
	20			2.030	64	3,2
	(1) 37			600	50	1,3(P.R.)
	37			1.500	86	2,3

* Rodales naturales.

PR = Parcelas raleadas.

En estado artificial el bosque de criprés, según Alonso et al.

(1) en Costa Rica (Finca Esmeralda) anotan los siguientes resultados para dos parcelas contiguas a la edad de 37 años, una parcela raleada con $550 \text{ m}^3/\text{ha}$ y una parcela no raleada con $876 \text{ m}^3/\text{ha}$. Wimbush citado por Goitia (20), menciona que plantaciones manejadas en Africa Oriental a la edad de 35 y 40 años y espaciamiento de 2,5 por 2,5 m. logran 50 cm de diámetro promedio y llegan a 560 m^3 por hectárea. Griffith y Howland (23) en Africa Oriental, establecen en clase de sitio I a la edad de 35 años $590 \text{ m}^3/\text{ha}$ y para clase de sitio II $507 \text{ m}^3/\text{ha}$. Paterson (42) en Kenya, para plantaciones manejadas, da $426 \text{ m}^3/\text{ha}$ a los 30 años y $35 \text{ m}^3/\text{ha}$ a los 35 años, agregando $173 \text{ m}^3/\text{ha}$ como suma de los raleos efectuados a las edades de 7, 12, 17 y 22 años respectivamente. Bannister y Orman (2) en Nueva Zelanda, estiman un crecimiento de 580 a $650 \text{ m}^3/\text{ha}$ entre los 30 y 40 años, considerando al criprés como una especie potencialmente productiva en gran parte del territorio neozelandés.

Valores correspondientes al área basal y su crecimiento medio anual aparecen en el cuadro N^o 3 confeccionado con datos provenientes de la literatura consultada, que en los casos de Colombia, Ecuador, Guatemala, México y Puerto Rico pueden relacionarse con el Cuadro N^o 1 en lo referente a las formaciones ecológicas en que se encuentran.

Los datos de este cuadro se transcriben como aparecen en las publicaciones, sin embargo, de estos valores se destacan como aparentemente excesivos los registrados para el área basal en las dos primeras plantaciones de Colombia y del primer rodal natural de Guatemala.

En Costa Rica, un ensayo de Grijpma* sobre procedencia de semillas de C. lusitanica Mill., ha mostrado resultados satisfactorios para las plantas oriundas de Costa Rica en comparación con plantas provenientes de México y Africa. Hasta el momento (marzo de 1967), las plantas provenientes de semillas de matas seleccionadas tenían a los 8 meses 151 cm de alto y al año 208 cm de alto, y las plantas provenientes de matas no seleccionadas a los 8 meses tenían 136 cm de alto y al año 180 cm.



Fig. Nº 1. Plantas no seleccionadas de 8 meses de edad.
(Ensayo Grijpma)
Foto: Bucarey

Fig. Nº 2. Plantas seleccionadas de 8 meses de edad.
(Ensayo Grijpma)
Foto: Bucarey

* GRIJPMA, P. Ensayo de procedencia en C. lusitanica Mill. Información personal. 1967.

MATERIALES Y METODOS

Ubicación de las parcelas consideradas en el trabajo

El área en que se encuentran los rodales más representativos de ciprés, como se aprecia en la figura N^o 3, se encuentra en las zonas altas del Valle Central, cuyos caracteres geográficos y climáticos se pueden ver en el Apéndice 1.

Con el objeto de tener una visión general de las plantaciones existentes, se visitaron todas aquellas que se conocían a la fecha de iniciarse este trabajo, entre febrero y marzo de 1966.

Luego se estableció el modus operandis que determinaría la elección y otras características de los rodales y parcelas de pruebas. Para esto se consideraron los siguientes aspectos:

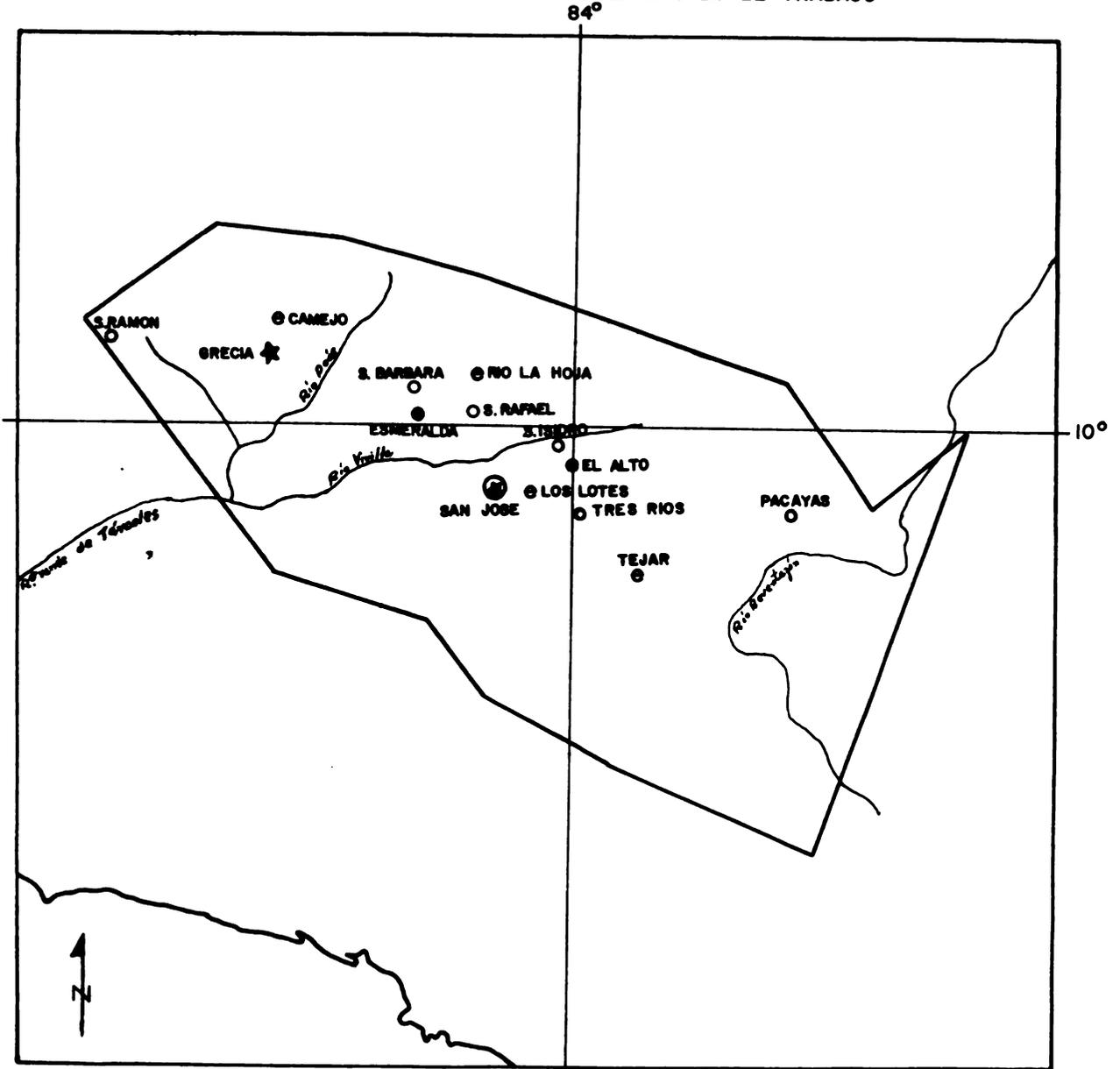
En cuanto al tamaño de los rodales se considera que parcelas de un décimo de hectárea serán las más representativas (36).

En lo referente a la selección de los rodales, se escogieron aquellos cuya área plantada sea mayor de media hectárea y cuyo ancho no sea inferior a 30 metros, con el fin de disponer para las mediciones de una faja de 20 x 50 m.

En cuanto a la elección de la parcela en el rodal, se ubicaron los límites dentro del rodal a un mínimo de cinco líneas de árboles de los marginales, con el fin de evitar el efecto de borde.

Con esta base de selección se consideraron representativas las siguientes localidades: Tejar (Cartago), Los Lotes (Tres Ríos), Río la Hoja (Heredia), Camejo (Grecia), El Alto (Ochomogo) y Esmeralda (San José de la Montaña). Estas localidades se señalan en la Fig. 3.

Fig. N° 3 MAPA DE UBICACION DE LAS PARCELAS CONSIDERADAS EN EL TRABAJO



CROQUIS DE LOS LIMITES DEL VALLE CENTRAL, SEGUN SAENZ (49).

- PARCELAS MEDIDAS 1966-1967
- PARCELAS MEDIDAS AÑOS ATRAS POR EL ITCO.

ESCALA 1:750 000

IBUJO: EMILIO ORTIZ

Instrumentos y mediciones

Las mediciones de las alturas utilizables en metros, fueron tomadas con el hipsómetro Blume-Leiss, con distanciómetro óptico que puede determinar distancias para 15, 20, 30 y 40 metros. Cuando fue necesario realizar las mediciones de alturas con correcciones, debido a inclinaciones del terreno, el factor correspondiente se obtuvo de la tabla que para tal objeto posee el instrumento.

Con cintas diamétricas, en centímetros, se midió el diámetro a la altura del pecho D.A.P. a 1,30 m). En terrenos inclinados se determina esta altura por el lado del ángulo menor entre el tronco y la pendiente.

La altitud geográfica fue medida mediante el altímetro Lufft.

En las parcelas seleccionadas se midieron todos los árboles que la componían. Estas mediciones incluyen diámetro y altura utilizable. Estas mediciones se efectuaron entre los meses de marzo y abril de 1966 y 1967.

Compilación y tabulación de datos

Con los datos obtenidos de las parcelas seleccionadas y mediciones realizadas en años anteriores por los técnicos del Departamento Forestal del Instituto de Tierras y Colonización, I.T.C.®, se establecieron los rendimientos por hectárea para cada rodal, además de clasificarse por clases de edad. Cabe agregar que no todas las parcelas que midieron los técnicos de ITCO, en años anteriores, se consideran en las mediciones actuales, ya que estas no se encuentran en las

mismas condiciones de cuando ITCO realizó las mediciones. Actualmente se encuentran cruzados o por senderos o huellas o bien su área se ha reducido, quedando como simples corta vientos.

Para establecer los rendimientos se calculó el área basal (G) del total de la parcela y total por hectárea. Con este dato se calculó el área basal para el árbol medio (g) al dividir el área basal total por el número de árboles de la hectárea. Luego con el área basal (g) del árbol medio y usando la tabla de conversión de Veillon (62) se extrajo el D.A.P. del árbol medio del rodal.

La altura promedio del árbol medio del rodal se calculó ^{CON} base al promedio de las alturas medidas para cada parcela.

El volumen del árbol medio se sacó de la tabla de volúmenes o cubicación confeccionada para este fin. El volumen total por hectárea se calculó multiplicando el volumen del árbol medio por el número de árboles correspondientes a la hectárea de cada rodal.

Tabla de volúmenes o cubicación

Para confeccionar la tabla de volúmenes de doble entrada, mediante el método gráfico (Figura Nº 4) (34), se cubicaron 55 árboles abatidos y clasificados por clases diamétricas.

La cubicación de estos árboles se efectuó por secciones de dos metros hasta un largo cuyo diámetro era 10 cm. El largo se midió a partir de 0,30 cm del suelo en el tocón, medido en el lado de la pendiente. El diámetro superior (d_1) y el diámetro inferior (d_2) se midieron en los extremos grueso y delgado de la troza, luego se buscó el área basal superior (g_1) y el área basal inferior (g_2) correspondiente

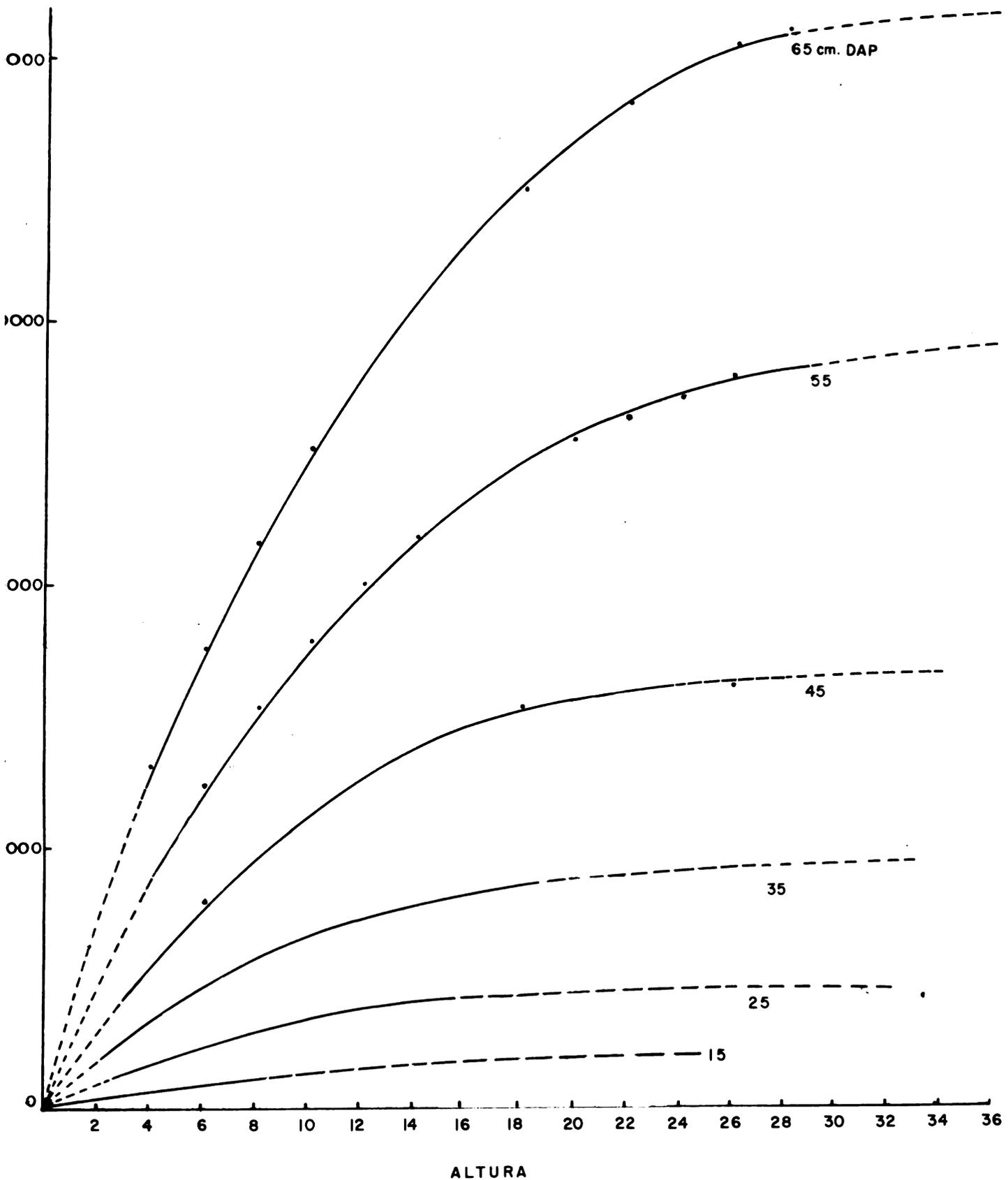


Fig. N° 4 ARMONIZACION DE CURVAS PARA LA ELABORACION DE UNA TABLA DE VOLUMENES POR EL METODO GRAFICO.

DIBUJO: EMLIO ORTIZ

a cada diámetro de la troza.

Para el cálculo del volumen se empleó la fórmula de Smalian, para la cubicación por secciones, con la que se obtuvo el volumen promedio de cada troza o sección. Estos resultados se usaron en la confección de la figura N^o 4, en la que se obtiene el volumen por relación a altura para la clase de diámetro (DAP).

Con base en la figura N^o 4 se elaboró la tabla de cubicación de doble entrada que aparece en el cuadro N^o 3 del apéndice. Con esta tabla es posible cubicar árboles de 36 m de altura utilizable y diámetros hasta de 65 cm.

Tablas de rendimientos

En la confección de esta tabla se siguieron los procedimientos de Paterson (43), Schober (51) y Tillmanns*. Así se establecieron las siguientes fechas de intervención silvícola en las masas: raleos a los 7, 12, 17 y 22 años, turnos a los 30, 35 y 40 años. En el caso del turno se dan tres fechas de intervención debido a que existen en la actualidad plantaciones de esas edades y como el mercado de la madera de ciprés aún no es estable, estas fechas permitirán aprovechar la mejor oportunidad de venta de la madera.

Previo a la confección de la tabla fue necesario dibujar dos gráficas que relacionan la edad con la altura fustal y el diámetro de los rodales, estas relaciones aparecen en las figuras Nos. 5 y 6 de las páginas siguientes. En las gráficas se establecieron dos rangos

* TILLMANNNS, H. J. Términos técnicos de tablas de rendimientos. Comunicación personal. 1967.

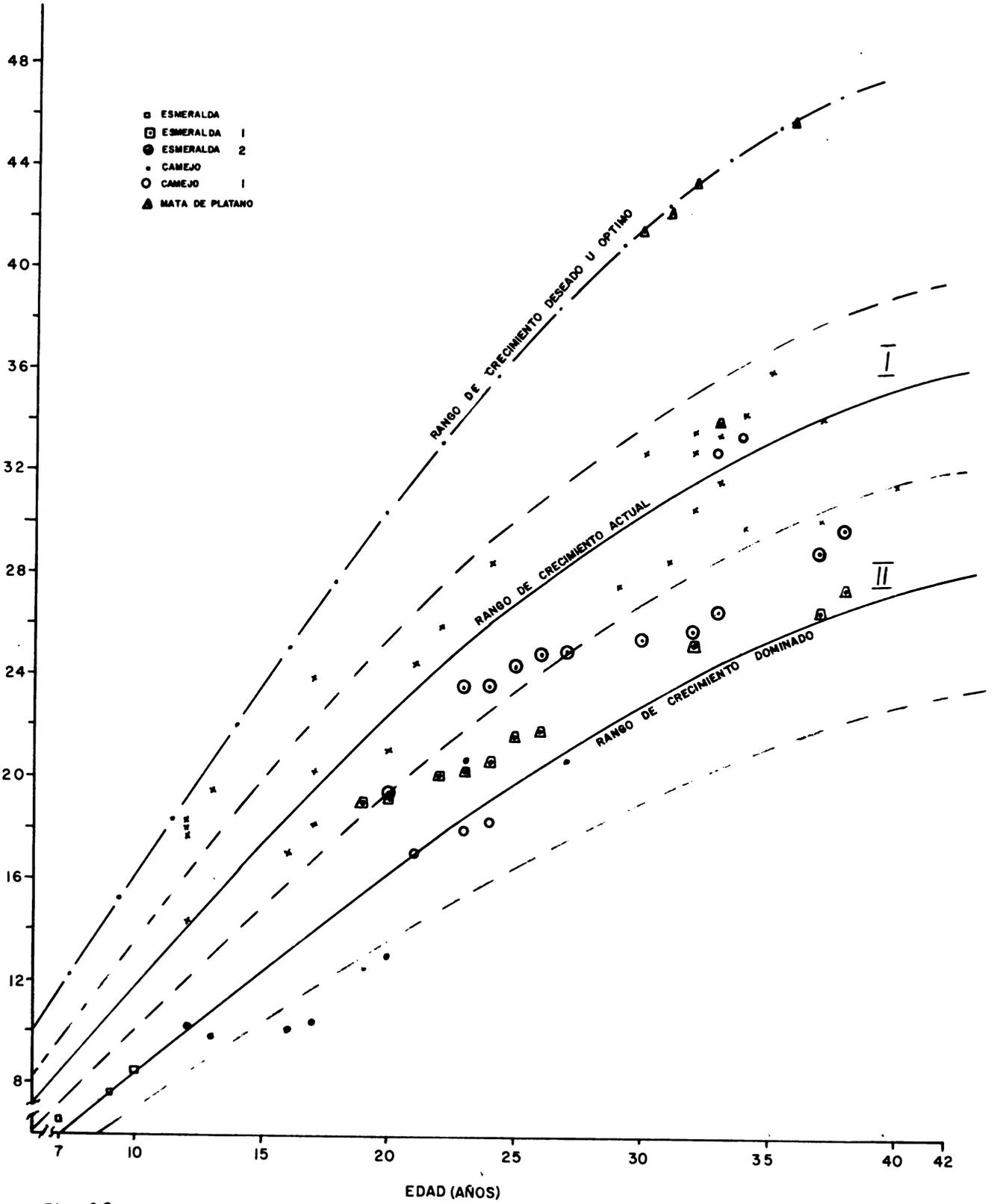


Fig. Nº 6 RELACION DIAMETRO MEDIO-EDAD DE LOS RODALES.

DIBUJO: EMILIO ORTIZ

21

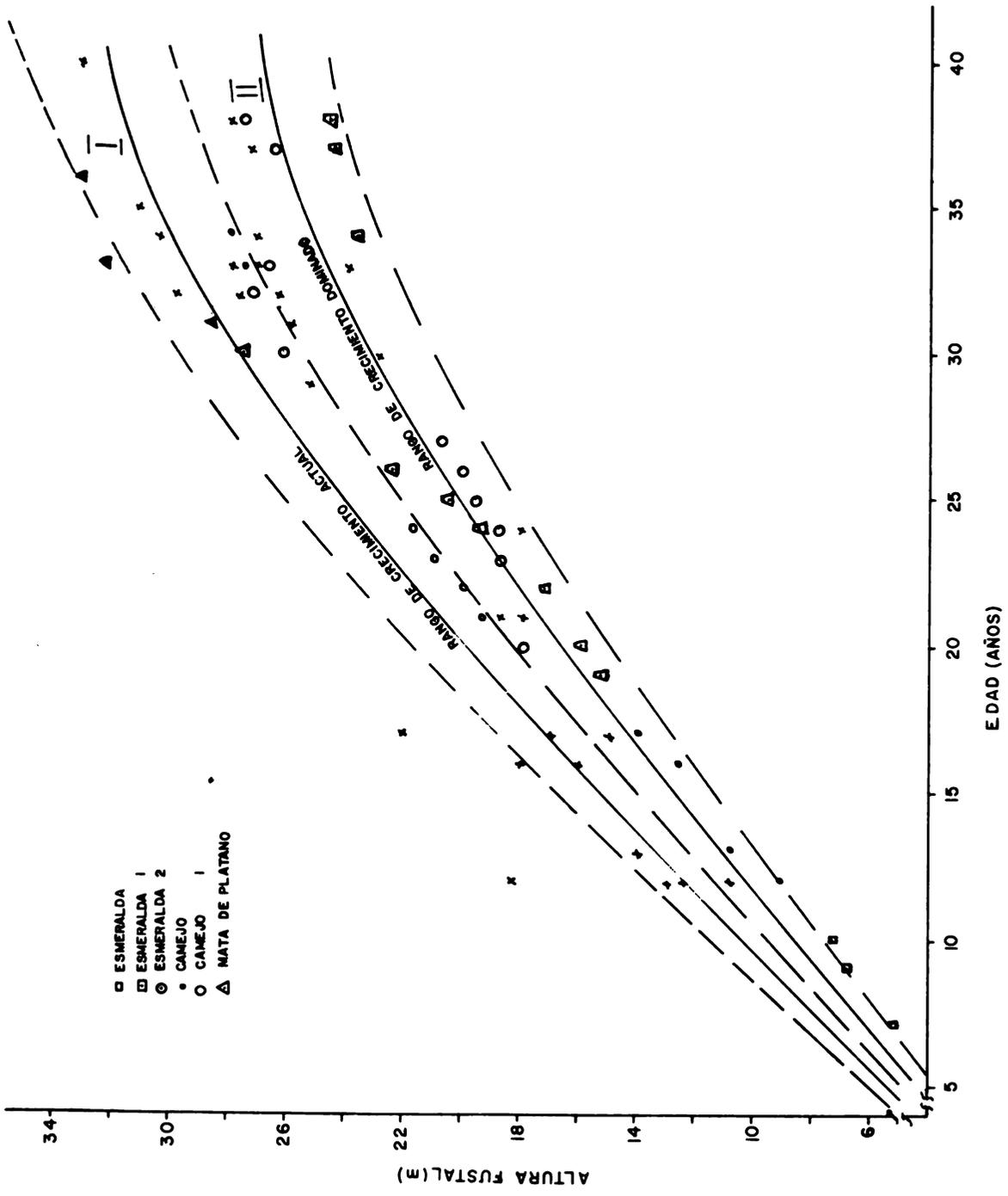


Fig. N°6 RELACION ALTURA FUSTAL - EDAD DE LOS RODALES

DIBUJO: EMILIO ORTIZ

de crecimiento para el diámetro, los que se llamaron: deseado, actual y dominado respectivamente.

De las curvas de los rangos, en las figuras Nos. 5 y 6, se extrajeron los valores de los diámetros y las alturas para las edades de intervención silvícola. Con estos datos se entró en la tabla de cubicación, donde se encontró el volumen del árbol medio correspondiente al rango de crecimiento respectivo.

Luego estos valores se llevaron a una gráfica que relaciona la edad con el volumen del árbol medio. Por estos puntos se trazó la curva que determinará el volumen compensado del árbol medio para las fechas de intervención silvícola de la masa, estas relaciones se aprecian en la figura Nº 7.

Para la determinación del número de árboles por hectárea se consideró el resultado gráfico de las relaciones entre la edad y altura fustal y el diámetro, y los estudios realizados al respecto (22, 23, 26, 61), los que indican un espaciamiento inicial de 2 x 2 metros.

Al establecer los tres rangos de crecimiento o rendimiento de la masa en pie, se parte de la premisa siguiente: en la relación altura fustal-edad, el rango I es el rendimiento actual o en cierto modo normal en las condiciones silvícolas costarricenses y el rango II es el crecimiento dominado en iguales condiciones. Del gráfico que relaciona la edad con el diámetro se extrae la indicación que la plantación Mata de Plátano, representa el óptimo de crecimiento -- hasta el momento -- este crecimiento parece ser la tendencia que seguirían las otras plantaciones si tuvieran el tratamiento silvícola adecuado. Así existen tres rangos de crecimiento según volumen para la masa en pie.

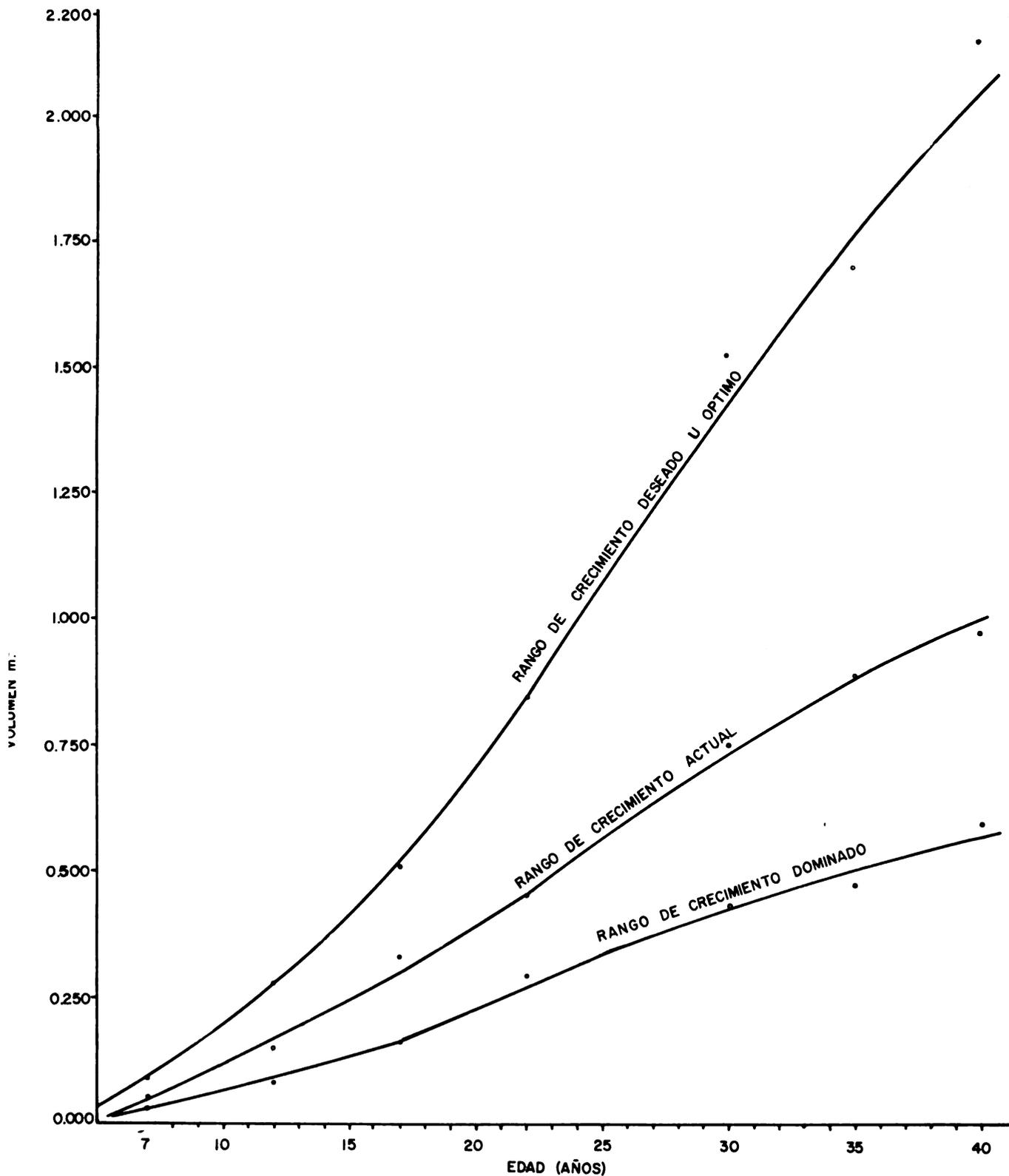


Fig. N° 7 RELACION ENTRE EL VOLUMEN DEL ARBOL MEDIO Y LA EDAD, PARA LOS DIFERENTES RANGOS DE CRECIMIENTO

DIBUJO: EMILIO ORTIZ

La masa principal del rango deseado u óptimo y el actual se obtiene de los datos suministrados por las figuras Nos 5, 6 y 7, considerando para la altura del rango óptimo, la que señala la línea que marca el límite máximo del rango I o actual.

Para el cálculo de la masa intermedia de las dos tablas de rendimiento, se procede extrayendo de la masa principal deseada, el volumen correspondiente a los diámetros y alturas de la masa actual y para la masa actual extrayendo el volumen correspondiente a los diámetros y alturas de la masa dominada, según el número de árboles recomendados para el manejo adecuado.

Relación altura fustal - edad

La figura N^o 5 muestra las curvas que relacionan la altura fustal, hasta un diámetro apical de 10 cm, con la edad.

Las dos curvas trazadas corresponden a dos rangos de crecimiento I y II -- llamados actual y dominado -- de acuerdo con el mayor número de puntos que se agrupan a su alrededor. De estas curvas se sacan los valores que se usarán en las tablas de rendimiento para las edades de intervención silvícola de las plantaciones. El cuadro N^o 4 señala los valores extraídos de la figura N^o 5 para las edades de raleos y corta final.

Cuadro N^o 4. Relación entre la altura fustal y la edad, para los rangos de crecimiento I y II, actual y dominado respectivamente.

Edad	7	12	17	22	30	35	40
Masa	Altura fustal, en metros						
Actual	7,2	12,2	17,1	21,7	27,8	30,6	32,5
Dominado	6,0	10,1	14,2	18,0	23,1	25,6	27,4

Relación entre la edad y el D.A.P.

Las curvas que se representan en la figura N^o 6 son las correspondientes a los rangos de crecimientos óptimo o deseado, actual y dominado de la masa en pie, obtenidas por la mayor concentración de puntos cerca de las mimas. En este caso como ya se ha estipulado, se consideraran tres rangos de crecimiento debido a las tendencias que experimentan las plantaciones con mayor espaciamiento. De estas curvas se extraen los valores de los diámetros que servirán de base para las tablas de rendimiento, y que se aprecian en el cuadro N^o 5.

Cuadro N^o 5. Relación entre la edad y el D.A.P., para los rangos de crecimiento óptimo, actual y dominado, del total de los rodales considerados en el trabajo.

Edad	7	12	17	22	30	35	40
Masa	Diámetro a la altura del pecho, en centímetros						
Dominada	6,0	9,8	13,9	17,8	22,8	25,4	27,2
Actual	8,2	14,1	19,4	24,1	26,0	33,2	35,4
Optima	(11,6)	(19,0)	(26,4)	(33,0)	41,6	45,2	(47,8)

Nota: Los valores entre paréntesis son los interpolados de las curvas de las figuras 5, 6 y 7 respectivamente.

Relación entre el volumen del árbol medio y la edad

La figura N^o 7 muestra tres curvas que pertenecen a los tres rangos de crecimiento, ^pótimo, actual y dominado, para el árbol medio. Estas curvas son el resultados de la relación entre los valores extraídos de los cuadros Nos. 4 y 5 y las figuras Nos. 5 y 6 y los valores correspondientes en la tabla de cubicación.

El cuadro N^o 6 entrega los valores de crecimiento para el árbol medio de los diferentes rangos de crecimientos.

Cuadro N^o 6. Relación entre el volumen del árbol medio y la edad en los diferentes rangos de crecimiento.

Edad	7	12	17	22	30	35	40
Masa	Volumen del árbol medio, en metros cúbicos						
Dominada	0,032	0,083	0,163	0,295	0,437	0,478	0,599
Actual	0,052	0,153	0,336	0,455	0,750	0,889	0,972
Optimo	(0,092)	(0,280)	(0,515)	(0,848)	1,524	1,698	(2,141)

Para el caso del rango de crecimiento óptima los valores entre paréntesis son los interpolados de las figuras 5, 6 y 7 y su correspondiente valor de la tabla de cubicación.

Los valores del cuadro N^o 6 sirvieron de base para la confección de la curva de la figura N^o 7, de la cual se extraen los datos correspondientes al volumen del árbol medio, para las fechas de interven-

ción silvícola que se emplean en la construcción de las tablas de rendimientos. Estos valores compensados se señalan en la tabla del cuadro que sigue.

Cuadro Nº 7. Relación entre el volumen compensado del árbol medio y la edad, para los diferentes rangos de crecimiento.

Edad	7	12	17	22	30	35	40
Masa	Volumen compensado del árbol medio, en metros cúbicos						
Dominada	0,032	0,090	0,163	0,270	0,430	0,510	0,570
Actual	0,052	0,170	0,300	0,455	0,735	0,880	1,000
Optimo	0,092	0,280	0,520	0,848	1,430	1,750	2,040

Rendimiento aserrable

El rendimiento aserrable de la masa existente se obtuvo al relacionar los rendimientos de las trozas según diámetro con la tabla de conversión de pies tablares a pies cúbicos para el abeto de Douglas (Pseudotsuga menziesii) del "Forestry Handbook for British Columbia" (59) y tabla del cuadro Nº 5 del Apéndice) y Paterson (41), para sierra cinta -- por ser éstas las más comunes en el país -- después de reducir los metros cúbicos a pies cúbicos por el factor 35,32 de la tabla de conversión (65) y multiplicar los resultados por 1,09, por ser éste el factor de reducción de pies tablares internacionales a la pulgada maderera costarricense. La pulgada maderera costarricense

censes tiene 1" x 1" x 11", o sea, 11/12 del volumen del pie tablar internacional.

Este proceso de conversión se realizó para cada rodal considerado en el trabajo y para los resultados de las tablas de rendimientos.

Origen, . costos de instalación de las plantaciones y árboles de navidad.

Para conocer la historia del ciprés en Costa Rica, se efectuó una serie de entrevistas y visitas a los lugares que se señalaron como puntos de origen de las primeras plantas en el país.

Con la idea de acopiar la mayor información primaria disponible sobre problemas relacionados con los costos de instalación, extensión, edad y rendimiento de las plantaciones de ciprés, se entregó a los finqueros un cuestionario que contenía preguntas relacionadas con las fincas y las plantaciones. Este cuestionario se puede ver en el apéndice N^o 3.

Para conocer el mercado y precios de los árboles de navidad, se realizaron entrevistas a varias familias de San José, y en la época de venta de estos árboles se entrevistó a los vendedores y a un productor.

Pre-aprovechamiento del capital suelo en base a entresacas como árboles de navidad.

Basados en las encuestas y entrevistas realizadas con el fin de buscar incentivos que permitan una mejor y más fácil promoción de las plantaciones, se propone un método de mejor uso del capital suelo,

mediante plantaciones con mayor número de árboles que el recomendado por el mejor manejo.

Este método llamado pre-aprovechamiento del capital suelo, se basa en el hecho que: el mejor espaciamiento para el ciprés es de 2 x 2 m ó 2,5 x 2,5 m, con el que el dosel se cierra a la edad de 4 ó 5 años y que a los siete años alcanza la densidad exigida por el ordenador. Plantando con espaciamiento estrecho y considerando las características iniciales de las matas de ciprés, es posible mantener la masa que indica el mejor espacimiento, mediante entresacas previas a las del manejo silvicultural. Con este fin se estudian las alternativas de espaciamiento, con una pérdida del 15% de la masa plantada inicialmente, por fallas en el plantado. Además de la pérdida del 15% por mortalidad inicial del primer año, se considera que sólo el 50% de los árboles extraídos cumplen con las características de un buen arbolito de navidad.

RESULTADOS

El ciprés en Costa Rica

Las plantaciones existentes de ciprés en Costa Rica, corresponden según Budowski (3), Dyson*, Holdridge (25) y Standley (66, 68) a la especie C. lusitanica, no obstante haberse encontrado algunos ejemplares cuyas características botánicas no corresponden a las descripciones de la especie antes mencionada. Sin embargo, este problema no es tan importante para el futuro de las plantaciones con ciprés en el país. Lo más importante es encontrar los árboles que tengan mejor crecimiento y seleccionar de ellos los porta granos que permitan mantener

Fig. Nº 8. Ciprés de la finca Carrizales, Alajuela.
Foto: Bucarey.



* DYSON, W. G. El ciprés en Costa Rica. Comunicación personal. 1967.

viveros naturales permanentes para asegurar el abastecimiento de plantas en las épocas de plantación, como también, establecer ensayos genéticos tendientes a obtener plantas con fustes rectos y cilíndricos con ramas delgadas y horizontales, que permitan una fácil intervención silvícola y produzcan madera de mejor calidad.

Resulta difícil fijar la fecha de introducción y procedencia de las primeras plantas de ciprés en Costa Rica. Sin embargo, hasta el momento parece que en el año 1860 don Ricardo Cazorla, en el parque de la finca Carrizales de Alajuela, plantó entre otros, algunos cipreses*. En esta finca existen ejemplares de cipreses con diámetro de 80 a 100 cms y alturas de 27 a 32 m, pero no se puede asegurar que estos sean los primeros árboles de la finca ya que, otras fuentes de información, comunican que esos palos fueron abatidos en épocas anteriores a la presente inspección en 1967 (Figs. Nos. 8 y 9).

A partir de esa fecha, la especie se diseminó por las provincias de Alajuela, Heredia, San José, Cartago y otras, empleándose principalmente como corta-vientos; este empleo contribuyó a cambiar la antigua fisionomía del paisaje. La actual fisionomía se aprecia en la Fig. No 10.

La permanencia de la especie en la zona, ya como corta-viento, ya como plantación productora de madera o leña, se debe, según los lugareños, a que permitió mantener por más tiempo las flores del café en sus ramas, evita las polvaredas que se producían durante los

* Orozco Cazorla, J. M. Información sobre el ciprés de Costa Rica. Comunicación personal. 1966.



Fig. Nº 9. Cipreses de la finca Carrizales de Alajuela. Foto: Bucarey



Fig. Nº 10. Paisaje típico de la provincia de Alajuela. Nótese los corta-vientos de ciprés, al fondo de la fotografía. Foto: Bucarey

turnos*, permite un abastecimiento de leña de buena calidad próximo a los poblados y por su facilidad de trabajo y durabilidad de la madera. Además se le emplea como material de construcción y actualmente hay zonas en Costa Rica que usan casi exclusivamente ciprés en sus construcciones como por ejemplo en San Jorge, ^{Comproxiá} Constitución de Heredia. Estas plantaciones alcanzan un área plantada de aproximadamente 50 a 60 ha considerando rodales y corta vientos, estos últimos ocupan aproximadamente 20 a 30 ha.

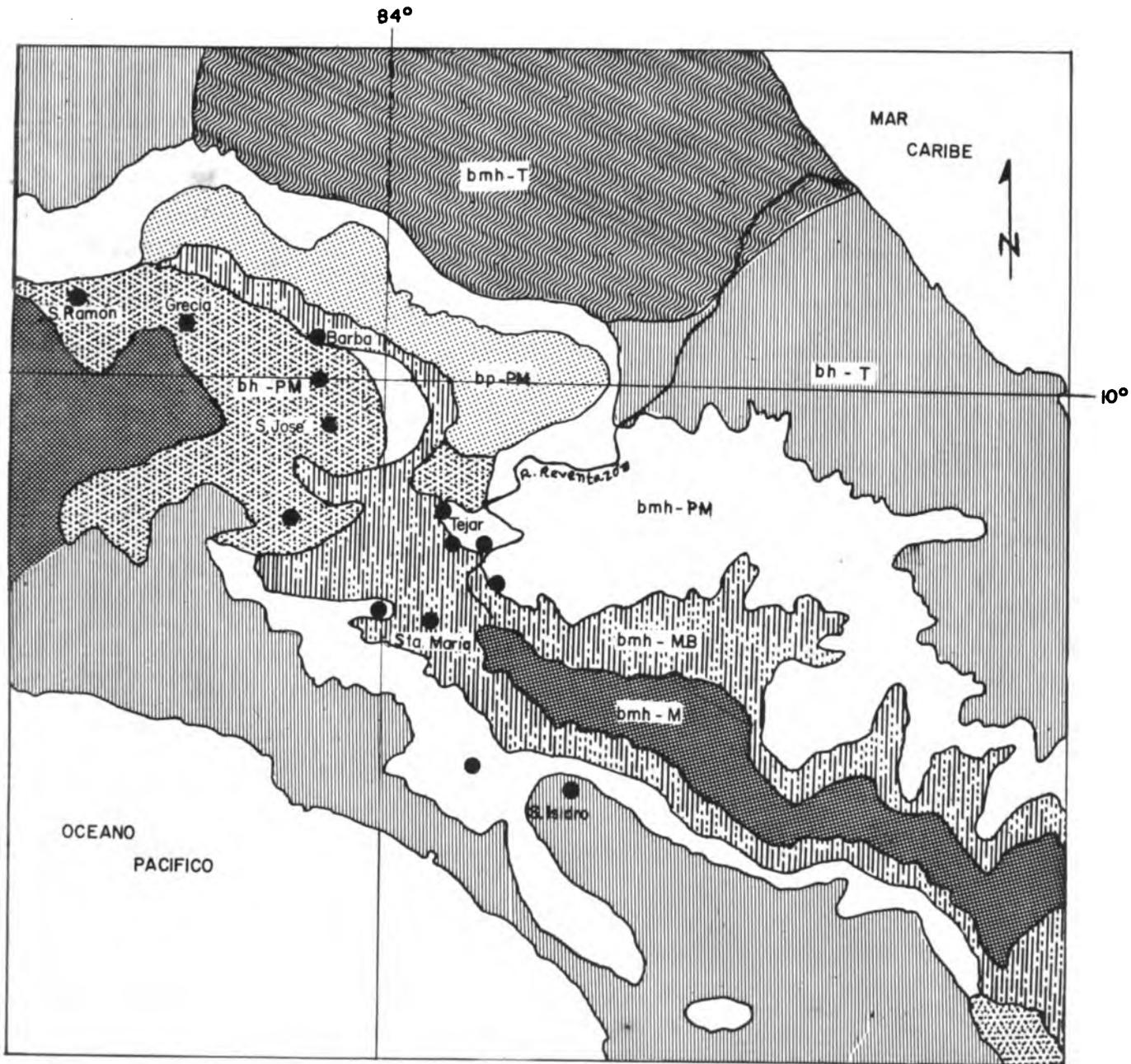
Como plantación propiamente dicha, se puede establecer como fecha de iniciación el año 1914, y de allí en adelante, según se aprecia en el cuadro Nº 8, elaborado con información suministrada por I.T.C.O.** e investigaciones personales.

Holdridge en 1953 (25) indica que el ciprés se adapta bien en la formación de bosque muy húmedo Montano Bajo -- de su sistema -- y como área apropiada considera la del bosque muy húmedo Pre-Montano. Cabe destacar que en esta formación casi en el límite, según el mapa de Zonas de Vida Ecológica del mismo autor (27), se encuentra un rodal de 25 años en el lugar denominado Moravia de Chirripó. Esta plantación presenta un D.A.P. de 45 cm y una altura de 22 m como promedios, además de buena forma y aspecto. Por ser una muestra pequeña - aproximadamente 1.400 m² de superficie - puede considerarse poco representativo como rodal, pero no obstante su pequeñez muestra la adaptabilidad

* Palabra típica con que se indican las fiestas cívico-religiosas.

** Instituto de Tierras y Colonización.

Fig. Nº 10 DISTRIBUCION ACTUAL DEL CIPRES EN EL VALLE CENTRAL DE COSTA RICA.
 SEGUN ZONAS DE VIDA ECOLOGICAS DE HOLDRIDGE (27).



LEYENDA : PUNTOS; LUGARES DONDE SE ENCUENTRA CIPRES.

bmh-T = Bosque muy húmedo TROPICAL; *bmh-PM* = bosque muy húmedo PRE MONTANO
bh-PM = bosque húmedo Pre-Montano; *bp-PM* = bosque húmedo Montano; *bh-T* = bosque húmedo Tropical.
 DIBUJO: EMILIO ORTIZ ESCALA 1:1000000

Cuadro Nº 8 . Fecha de iniciación de las plantaciones, suelo y elevación de los rodales recopilados en el Valle Central de Costa Rica. Fuente: I.T.C.O. e investigación personal.

Lugar	Plantado año	Elevación m	Suelos
Pacayas	1914	2.000	Franco arenoso
Heredia	1920	1.780	Franco arenoso
El Alto	1922	1.440	Arcillo arenoso
Mata de Plátano	1929	1.445	Franco limoso
Esmeralda	1929	1.860	Franco arenoso
Camejo (Grecia)	1932	1.200	Franco arenoso
Moravia (Chirripó)	1932	1.040	Limo arenoso
Tres Ríos	1935	1.300	Franco arenoso
San Ramón	1950	790	Arcillo arenoso
Los Lotes	1951	1.215	Arcillo arenoso
Tejar	1951	1.452	Franco arenoso
La Lucha	1955	1.430	Arcillo arenoso

de la especie a esa zona de vida y podría considerarse como indicador del crecimiento en esas condiciones (figura Nº 11).

Altitudinalmente, la mejor zona para el ciprés se encuentra en una faja que va de los 1.100 a los 2.500 metros, en la cual se observan los mejores crecimientos y el mejor aspecto. A partir de los 1.100 m.s.n.m. también se observa la mejor conservación de la madera

aserrada usada como material de construcción. Así por ejemplo, en San Rafael de Heredia, casas de 30 años conservan sus tablas sin ataques de termites.

Desde un punto de vista conservacionista y del uso de la tierra, gran parte de las zonas factibles de ser reforestadas con ciprés, ya que existen ejemplares adaptados, ya que las condiciones ecológicas así lo recomiendan, se encuentran ubicadas según la clasificación de Plath (44) en terrenos que deben permanecer bajo bosque o al menos bajo cultivo permanente.

Desde el punto de vista de la economía y la producción, el comercio interno y el movimiento de los productos derivados de la madera, manufacturados en el país, constituye un rubro muy próspero cuyo volumen es difícil de estimar.



Fig. Nº 12. Casa construída con madera de ciprés.
Foto: Bucarey.

Los productos del bosque, tucas*, madera aserrada, leña, árboles de navidad y otros, son transportados por lo común, en vehículos motorizados, lo que constituye otra fuente de trabajo considerable para el área.

Las industrias relacionadas con la madera y sus productos derivados, en el área, representan y representarán un buen aporte a la economía y al problema de la desocupación, empleando gente y diversos grados de preparación.

Estas industrias se agrupan como sigue, según datos no publicados de la Dirección de Estadísticas y Censos, Sección Comercio e Industrias, para el período económico de 1962-1963 y que se detallan en el cuadro N^o 9.

Cuadro N^o 9. Total de industrias relacionadas con la madera, para el Valle Central de Costa Rica.

Industrias	Número
Aserraderos	151
Puertas y ventanas	22
Madera de mosaicos	1
Plywood	2
Manufactura tornado	6
Cepilladoras	2
Casas prefabricadas	1
Fábrica de muebles	36
Fábrica de productos de papel y cartones	19
Otras fábricas	10

* Tucas: término costarricense equivalente a trozas o rollizos.

Para el país la segunda revisión del 'World Wood' da 183 aserraderos y una fábrica de Plywood (30). Además establece en 1963 una producción de:

- 376 mil m³ de trozas para aserrar o para chapas.
- 95 mil m³ para otras industrias
- 1.527 mil m³ para leña
- 288 mil m³ en latifoliadas para aserrar
- 1,5 mil m³ de coníferas para aserrar
- 6,7 mil m³ de durmientes
- 4 mil m³ para hacer chapas.

En ese mismo año Costa Rica exportó: 1.300 m³ de madera aserrada de coníferas, 2.300 m³ de tucas para aserrar o para chapas, 5.600 m³ para plywood (18).

Como se aprecia en el cuadro Nº 9 la mayor parte de la actividad maderera se desarrolla en el área del Valle Central, a modo de ejemplo se puede citar el número de aserraderos, que de un total de 183 para el país, en el Valle Central se encuentran establecidos 151. En cuanto a la producción, la madera de coníferas que se registra en los datos de FAO (18) y World Wood (30) probablemente en la mayoría debe ser ciprés, al no existir otra conifera maderable en el país.

Edad y extensión de las plantaciones

Sólo algunas edades de las entregadas por los finqueros en la encuesta, se consideraron dignas de considerarse, ya que en los registros del I.T.C.O. la mayoría no correspondía con las allí registradas, y ante la incertidumbre de los finqueros se consideraron más autorizadas las edades registradas por el departamento forestal del Instituto de Tierras y Colonización.

La extensión en general no se pudo determinar con precisión, por no saber los finqueros el área plantada ni el número de árboles con que se inició la plantación. (La contestación más común de la encuesta fue "creo que son...."). Posteriormente con informaciones de técnicos forestales y comprobaciones mediante fotografías aéreas se estimó el área plantada entre 50 y 60 ha considerando rodales y corta vientos, ocupando los corta vientos aproximadamente entre 20 y 30 ha.

Datos y cálculo de las parcelas consideradas en el trabajo

Los rodales que se consideran como masa* boscosa actual, agrupados por clases de edades, representan las localidades y parcelas que en ellas se especifican. Estos datos corresponden a los suministrados por ITCO y a las mediciones que se realizaron. El cuadro N° 10 detalla estos resultados.

* Conjunto de árboles que forma el bosque.

Cuadro 10. Cálculo de: diámetro altura de pecho (D.A.P.) promedio, área basal promedio, volumen del árbol medio y crecimiento medio anual de los rodales de ciprés en Costa Rica, clasificados por clases de edades.

Localidad	Medido por:	Edad (años)	Clase de edad	Espaciamiento de la plantación (m)	Número de árboles por Ha.	Altura media fustal (m)	D.A.P. de árbol medio (cm)	Área basal del árbol medio (m ²)	Área basal total del rodal (m ² /ha)	Volumen del árbol medio (m ³)	Volumen total del rodal (m ³ /ha)	Incremento medio anual. m ³ /ha/año
Esmeralda	ITCO*	9	1	1 x 1	6796	6,8	7,6	0,0045	32,42			
Esmeralda	ITCO	10	1	1 x 1	6796	7,3	8,5	0,0058	41,72			23
Camejo	ITCO	12	1	1 x 1	4108	9,1	10,2	0,0082	33,68			
Tejar	JB**	12	10	1,5 x 3,5	1480	10,8	14,3	0,0161	19,07	0,115	229	19
La Lucha	ITCO	12	2	2 x 2	1275	12,4	17,7	0,0247	31,49	0,172	270	18
La Lucha 1	ITCO	12	2,15	2,15 x 2,15	1186	18,3	18,0	0,0254	38,43	0,280	320	26
Tres Ríos	ITCO	12	2,5	2,5 x 2,5	1350	13,0	18,3	0,0263	39,12	0,235	317	26
Total					22991	77,7	94,6	0,1110	235,48	0,792	1143	89
Promedio					3284	11,1	13,5	0,0158	33,64	0,198	236	22
Tres Ríos	ITCO	13	2,5	2,5 x 2,5	1340	14,0	19,5	0,0298	35,01	0,280	375	28
Camejo	ITCO	13	1	1 x 1	2832	10,8	9,8	0,0076	21,52			
Camejo	ITCO	16	1	1 x 1	2628	12,6	10,1	0,0157	41,26			

(Continuación)

Localidad	Medido por:	Edad (años)	Clase de edad	Espaciamiento de la planta-ción (m)	Número de árboles por ha.	Altura media fustal (m)	D.A.P. de árbol medio (cm)	Area basal del árbol medio (m ²)	Area basal total (m ² /ha)	Volúmen del árbol medio (m ³)	Volúmen total del rodal (m ³ /ha)	Incremento medio anual. m ³ /ha/año
Los Lotes	JB	16		2,5 x 2,5	2120	18,0	17,0	0,0126	48,10	0,260	551	28
Camejo	ITCO	17	15	1 x 1	2554	14,0	10,4	0,0085	21,70			
Pacayas	ITCO	17		2 x 2	1420	22,0	23,9	0,0450	64,70	0,445	632	37
Patarrá	ITCO	17		3 x 4	800	17,0	18,1	0,0260	28,86	0,265	212	13
San Ramón	ITCO	17		2 x 8	580	15,0	21,2	0,0356	29,53	0,325	189	11
Total					15274	123,4	130,0	0,1808	290,73	1,575	1959	117
Promedio					1910	15,4	16,2	0,0226	36,34	315	391	25
Camejo	ITCO	19		1 x 1	2550	15,2	12,6	0,0126	32,13			
Esmeralda 1	ITCO	19		2 x 2	2150	15,3	19,0	0,0284	61,06	0,280	502	31
Esmeralda 1	ITCO	20		2 x 2	2140	16,0	19,2	0,0283	60,56	0,310	663	33
Esmeralda 2	ITCO	20		2 x 2	1450	18,0	19,3	0,0293	42,75	0,315	457	23
Patarrá	ITCO	20		3 x 4	750	18,0	21,0	0,0344	37,37	0,370	278	14
Camejo	ITCO	20	20	1 x 1	2548	15,5	13,0	0,0133	33,89			
Camejo 1	ITCO	21		2,5 x 2,5	1400	19,4	17,0	0,0227	41,67	0,270	378	18

(continúa)

(Continuación)

Localidad	Medido por:	Edad (años)	Clase de edad	Espaciamiento de la planta-ción (m)	Número de árboles por ha.	Altura media fustal (m)	D.A.P. de árbol medio (cm)	Área basal del árbol medio (m ²)	Área basal total del rodal (m ² /ha)	Volumen del árbol medio (m ³)	Volumen total del rodal (m ³ /ha)	Incremento medio anual. m ³ /ha/año
Río la Hoja	ITCO	21		3,5 x 3	929	18,0	24,4	0,0465	43,32	0,445	413	19
Río la Hoja	ITCO	22		3,5 x 3	830	18,7	20,1	0,0527	48,60	0,515	427	19
Camejo 1	ITCO	22		2,5 x 2,5	1400	20,4	17,5	0,0229	41,45	0,280	392	18
Total					17455	191,8	209,0	0,3228	510,21	3,140	3891	209
Promedio					1586	17,4	19,0	0,0293	46,38	0,347	432	23
Esmeralda 1	ITCO	23		2 x 2	2140	18,8	20,3	0,0317	67,58	0,370	792	36
Camejo 1	ITCO	23		2,5 x 2,5	1280	21,0	18,0	0,0254	38,95	0,290	458	19
Esmeralda 1	ITCO	24		2 x 2	2120	19,5	20,7	0,0363	71,13	0,388	823	34
Esmeralda 2	ITCO	24		2 x 2	1412	18,8	23,6	0,0438	62,05	0,432	610	25
Camejo 1	ITCO	24		2,5 x 2,5	1200	21,8	18,3	0,0255	41,71	0,300	465	19
Delia	ITCO	24	25	2,5 x 2,5	1225	18,0	28,4	0,0549	77,13	0,610	747	31
Esmeralda 1	ITCO	25		2 x 2	1952	20,6	21,7	0,0369	67,67	0,365	752	30
Esmeralda 2	ITCO	25		2 x 2	1408	19,5	24,4	0,0464	65,44	0,445	627	25
Esmeralda 1	ITCO	26		2 x 2	1952	22,5	21,9	0,0363	71,13	0,398	777	29

(continúa)

(Continuación)

Localidad	Medido por:	Edad (años)	Clase de edad	Espaciamiento de la planta-ción (m)	Número de árboles por ha.	Altura media fustal (m)	D.A.P. de árbol medio (cm)	Área basal del árbol medio (m ²)	Área basal total del rodal (m ² /ha)	Volumen del árbol medio (m ³)	Volumen total del rodal (m ³ /ha)	Incremento medio anual. m ³ /ha/año
Esmeralda 2	ITCO	26		2 x 2	1408	20,1	24,9	0,0480	67,63	0,460	648	25
Esmeralda 2	ITCO	27		2 x 2	1405	20,8	25,0	0,0549	77,14	0,465	653	24
Total					18152	221,4	247,2	0,4401	707,56	4,543	7352	297
Promedio					1650	20,1	22,4	0,0400	64,32	0,413	668	27
Paulina	ITCO	29		2,75x 3	945	25,4	27,5	0,0596	56,36	0,640	606	20
Esmeralda 2	ITCO	30		2 x 2	1400	26,2	25,5	0,0470	56,64	0,480	672	22
Mata de Plátano	ITCO	30		3 x 3	508	27,7	41,5	0,1353	68,73	1,425	724	24
Tres Ríos	ITCO	30		2,5 x 2,5	978	23,8	32,8	0,0829	81,19	0,890	870	29
Mata de Plátano	ITCO	31		3 x 3	508	28,7	42,2	0,1397	70,94	1,510	767	24
Paulina	ITCO	31	30	2,75x 3	930	26,1	28,5	0,0637	58,63	0,670	623	20
Esmeralda 2	ITCO	32		2 x 2	1400	27,3	25,8	0,0512	59,74	0,485	679	21
Río la Hoja	ITCO	32		2 x 2	940	27,4	30,6	0,0738	69,36	0,745	700	21
Río la Hoja	JB	32		3,2 x 3,2	800	26,4	33,6	0,0875	69,96	0,935	748	23
Tres Ríos	ITCO	32		2,5 x 2,5	920	30,0	32,9	0,0845	75,77	0,920	846	26
Total					9329	269,0	320,9	0,8252	667,32	8,700	7235	230
Promedio					933	26,9	32,1	0,0825	66,73	0,879	724	23

(Continuación)

Localidad	Medido por:	Edad (años)	Clase de edad	Espaciamiento de la planta-clón (m)	Número de árboles por ha.	Altura media fustal (m)	D.A.P. de árbol medio (cm)	Área basal del árbol medio (m ²)	Área basal total del rodal (m ² /ha)	Volumen del árbol medio (m ³)	Volumen total del rodal (m ³ /ha)	Incremento medio anual. m ³ /ha/año
Camejo 1	ITCO	33		2,5 x 2,5	990	27,5	32,9	0,0846	83,75	0,890	881	26
Esmeralda 2	ITCO	33		2 x 2	1310	28,2	26,8	0,0530	61,09	0,578	757	26
Mata de Plátano	ITCO	33		2,5 x 2,5	920	24,5	34,0	0,0909	82,74	0,935	860	26
Mata de Plátano 1	ITCO	33		3 x 3	580	32,3	43,4	0,1480	75,18	1,580	803	24
Río la Hoja	JB	33		2 x 2	930	28,0	31,7	0,0789	73,37	0,810	753	22
Río la Hoja 1	JB	33		3,2 x 3,2	790	27,3	34,9	0,0957	76,05	0,955	754	23
Camejo 1	JB	34	35	2,5 x 2,5	990	28,0	33,5	0,0881	87,27	0,838	830	24
Esmeralda 1	ITCO	34		2 x 2	1560	21,8	24,2	0,0459	71,65	0,440	686	20
Paulina	ITCO	34		2,75 x 2,75	895	27,2	29,9	0,0702	62,13	0,745	667	19
Esmeralda 2	ITCO	35		2 x 2	1460	22,5	26,1	0,0534	78,05	0,515	752	21
Mata de Plátano	ITCO	36		3 x 3	501	33,2	45,8	0,1648	82,56	1,760	882	24
Total					11854	270,5	364,2	0,9735	833,84	10,046	8625	254
Promedio					1077	24,6	33,1	0,0885	75,80	0,913	783	23

(continúa)

(Continuación)

Localidad	Medido por:	Edad (años)	Clase de edad	Espaciamiento de la planta-ción (m)	Número de arboles por ha.	Altura media fustal (m)	D.A.P. de árbol medio (cm)	Área basal del árbol medio (m ²)	Área basal total del rodal (m ² /ha)	Volumen del árbol medio (m ³)	Volumen total del rodal (m ³ /ha)	Incremento medio anual. m ³ /ha/año
Esmeralda 1	JB	37		2 x 2	1560	24,5	26,5	0,0551	86,02	0,485	757	20
Esmeralda 2	JB	37		2 x 2	1280	26,4	28,9	0,0658	84,25	0,690	883	23
El Alto	JB	37		2 x 2	920	27,4	30,2	0,0723	76,60	0,745	685	18
Esmeralda 1	JB	38	40	2 x 2	1530	24,7	27,5	0,0605	92,51	0,630	964	25
Esmeralda 2	JB	38		2 x 2	1250	27,7	29,8	0,0696	87,00	0,735	919	24
El Alto	JB	38		2 x 2	920	28,0	32,2	0,0916	85,29	0,955	874	23
Pacayas	ITCO	40		2 x 2	1037	33,2	31,5	0,0779	80,79	0,850	881	22
Total					8497	191,9	208,6	0,4928	592,46	5,090	5963	155
Promedio					1213	27,4	29,8	0,0704	84,63	0,727	851	22

* ITCO = Instituto de Tierras y Colonización

** JB = José Bucarey

Nota: Los rodales con diámetro menor de 15 cms no se consideran en el cálculo, por no constituir un diámetro comercial.

Tablas de rendimientos

Para la confección de las tablas de rendimientos, fue necesario relacionar la altura fustal, DAP y el volumen del árbol medio con la edad - para el cálculo del volumen del árbol medio fue necesario construir la tabla de cubicación que se aprecia en el apéndice Nº 4 -, y así poder establecer los rangos de crecimiento y calcular los rendimientos para los diferentes rangos.

Con los resultados de estas relaciones se han construido las tablas de rendimientos para los rangos actual y óptimo o deseado de la masa en pie, que aparecen en los cuadros Nos. 11 y 12 respectivamente. Estos cuadros señalan los rendimientos para los rangos actual y óptimo, en rodales con un espaciamiento inicial de 2 x 2 m y con una densidad a los siete años de 2.125 árboles por hectárea.

Los resultados de estas tablas de rendimiento son los que se emplean en la construcción de las gráficas de las figuras Nos. 12 y del apéndice, en las que se representa la masa total en pie, incluyendo raleos y la masa en pie, sin raleos, respectivamente.

Rendimiento aserrable de los rodales y para los rangos de crecimiento óptimo y actual

Los cuadros Nos. 13 y 14 proporcionan los rendimientos en pies tablares costarricenses para cada uno de los rodales considerados en el trabajo y para los rendimientos que se obtendrán con intervención silvícola. En este caso se usaron los valores que entregan las tablas de rendimiento de los cuadros Nos. 11 y 12 para la masa deseada y actual.

Cuadro Nº 11. Tabla de rendimiento para la masa actual.

Edad (años)	MASA PRINCIPAL					MASA INTERMEDIA					INCRE- MENTO	
	Número árboles	Altura media fustal (m)	Diámetro altura pecho (cm)	Area basal (m ² /ha)	Volumen (m ³ /ha)	Número árboles	Altura media fustal (m)	Diámetro altura pecho (cm)	Area basal (m ² /ha)	Volumen (m ³ /ha)	Medio; anual m ³ /ha/año	Total (m ³ /ha)
7	2.125	7,2	8,2	11,0	110	-----	-----	-----	-----	-----	15,7	110
-----	-----	-----	-----	-----	-----	600	6,0	6,0	1,7	34	-----	-----
12	1.525	12,2	14,1	23,8	259	-----	-----	-----	-----	-----	24,3	293
-----	-----	-----	-----	-----	-----	525	10,1	9,8	3,9	65	-----	-----
17	1.000	17,1	19,4	29,6	300	-----	-----	-----	-----	-----	23,4	399
-----	-----	-----	-----	-----	-----	300	14,2	13,9	4,6	65	-----	-----
22	700	21,7	24,1	31,9	319	-----	-----	-----	-----	-----	21,9	482
-----	-----	-----	-----	-----	-----	200	18,0	17,8	5,0	70	-----	-----
30	500	27,8	30,4	36,3	367	-----	-----	-----	-----	-----	20,0	601
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
35	500	30,6	33,2	43,3	440	-----	-----	-----	-----	-----	19,2	674
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
40	500	32,5	35,4	49,2	500	-----	-----	-----	-----	-----	18,2	734

* Masa Principal = conjunto de árboles que quedan en el bosque
Masa Intermedia= conjunto de árboles que serán cortados en los
raleos.

Cuadro 13. Cálculo de madera aserrable para la cosecha final en un bosque artificial de ciprés (C. lusitanica Mill.)

a	b	c	d	e	f	g	h	i
Edad	Clase de edad	Espaciamiento en metros	Díámetro medio D.A.P. en pulgadas	Factor de reducción para madera aserrada	Volumen en m ³ /ha.	Volumen en miles de pies cúbicos/ha.	Volumen en miles de pies tablas res/ha.	Volumen en miles de pulgadas maderas costar./ha.*
					f(35,32) (g)x(e) (h)x1,09			
12	10	2,15 x 2,15	7,3		320	11,30	34,92	38,06
12		2,5 x 2,5	7,1		317	11,20	25,09	27,35
Total					637	22,50	60,01	65,41
Promedio					318	11,25	30,00	32,70
13		2 x 2	5,5	2,24	375	13,25	29,68	32,35
16		2,5 x 2,5	7,1	3,01	551	19,46	58,57	63,84
17	15	2 x 2	8,7	3,57	632	22,32	79,68	85,85
17		3 x 4	6,7	3,23	212	7,49	24,39	26,37
17		2 x 8	5,9	2,60	189	6,67	17,34	18,90
Total					1959	69,19	209,44	227,31
Promedio					391	13,83	41,88	45,46
19		2 x 2	7,5	3,16	502	17,73	56,03	61,07
20		2 x 2	7,6	3,17	663	23,42	74,24	80,92
20		2 x 2	7,6	3,17	457	16,14	51,16	55,76
20		3 x 4	8,3	3,45	278	9,82	33,88	36,93
21	20	2,5 x 2,5	6,7	3,23	378	13,35	43,12	45,00
21		3,5 x 3	9,6	3,92	413	14,57	57,19	62,34
22		3,5 x 3	10,2	4,13	427	15,08	62,28	67,89
22		2,5 x 2,5	6,9	2,98	392	13,84	41,24	44,95
Total					3891	123,95	419,14	456,86
Promedio					432	15,49	52,39	57,10

* Pulgada madera costarricense equivale a una pieza de madera de 1" x 1" x 11'.

Continuación

a	b	c	d	e	f	g	h	i
Edad	Clase de edad	Espaciamiento en metros	Diámetro medio D.A.P. en pulgadas	Factor de reducción para madera aserrada	Volumen en m ³ /ha.	Volumen en miles de pies cúbicos/ha.	Volumen en miles de pies tablas/ha.	Volumen en miles de pulgadas maderas cog tarricenses/ha.*
						f(35,32)	(g)x(e)	(h)x1,09
23		2,5 x 2,5	7,1	3,01	458	16,18	48,70	53,08
23		2 x 2	8,0	3,34	729	27,97	93,42	101,82
24		2 x 2	8,2	3,38	823	29,07	98,26	107,10
24		2 x 2	9,3	3,81	610	21,54	82,07	89,46
24		2,5 x 2,5	7,2	3,08	465	16,42	50,57	55,12
24	25	2,5 x 2,5	11,2	4,49	747	26,38	118,45	129,11
25		2 x 2	8,9	3,79	752	26,56	100,40	109,44
25		2 x 2	9,6	3,92	627	22,14	86,79	94,60
26		2 x 2	8,6	3,54	777	27,44	97,14	105,88
26		2 x 2	9,8	4,01	648	22,89	91,79	100,05
27		2 x 2	9,9	4,12	653	23,06	96,01	104,65
Total					7352	243,08	956,61	1102,53
Promedio					668	22,09	86,96	100,23
29		2,75 x 3	10,8	4,34	606	21,40	92,88	101,24
30		2 x 2	10,0	4,06	672	23,74	96,38	105,05
30		3 x 3	15,9	5,43	724	25,57	138,08	150,51
30		2,5 x 2,5	12,9	4,89	870	30,73	150,27	163,79
31		3 x 3	16,2	5,53	767	27,09	149,81	163,29
31	30	2,75 x 3	11,2	4,49	623	22,00	98,78	107,67
32		2 x 2	10,2	4,13	679	23,98	99,04	107,95
32		2 x 2	12,1	4,81	700	24,72	118,90	129,60

Continuación

a	b	c	d	e	f	g	h	i
Edad	Clase de edad	Espaciamiento en metros	Diámetro medio D.A.P. en pulgadas	Factor de reducción para madera aserrada	Volumen en m ³ /ha.	Volumen en miles de pies cúbicos/ha.	Volumen en miles de pies tablares/ha.	Volumen en miles de pulgadas maderas costarricenses/ha.
						$f(35,32)$	$(g)x(e)$	$(h)x1,09$
32		3,2 x 3,2	13,2	4,90	748	26,42	129,46	141,11
32		2,5 x 2,5	12,9	4,89	846	29,88	146,11	159,26
Total					7235	255,53	1219,71	1329,48
Promedio					725	25,55	121,97	132,95
33		2,5 x 2,5	12,9	4,86	881	31,12	151,24	164,85
33		2 x 2	10,2	4,13	757	26,74	110,44	120,38
33		2,5 x 2,5	13,4	4,91	860	30,38	149,17	132,60
33		3 x 3	17,1	5,71	803	28,36	161,94	176,51
33		2 x 2	12,5	4,81	753	26,60	127,95	139,47
33	35	3,2 x 3,2	13,7	4,93	754	26,63	131,29	143,10
34		2,5 x 2,5	13,2	4,90	830	29,32	143,67	156,60
34		2 x 2	9,5	3,91	686	24,23	94,74	103,27
34		3,75 x 3	11,7	4,80	667	23,56	113,09	123,27
34		8 x 8	13,5	4,91	600	21,19	104,05	113,41
35		8 x 8	14,2	5,17	722	25,50	131,83	143,69
35		2 x 2	10,3	4,13	752	26,56	109,69	119,56
36		3 x 3	17,7	5,83	882	31,15	181,60	197,94
Total					9947	351,76	1710,70	1864,65
Promedio					765	27,05	131,59	143,43

Continuación

a	b	c	d	e	f	g	h	i	
Edad	Clase de edad	Espaciamiento en metros	Diámetro medio D.A.P. en pulgadas	Factor de reducción para madera aserrada	Volumen en m ³ /ha.	Volumen en miles de pies cúbicos/ha.	Volumen en miles de pies tablar/ha.	Volumen en miles de pulgadas maderas costarricenses/ha.*	
						$f(35,32)$	$(g)x(e)$	$(h)x1,09$	
37	2	x 2	10,4	4,14	757	26,74	110,70	120,66	
37	2	x 2	11,4	4,78	883	31,19	149,09	162,51	
37	2	x 2	11,9	4,80	685	24,19	116,11	126,56	
38	40	2	x 2	10,8	4,34	964	34,04	147,73	161,03
38	2	x 2	11,7	4,80	919	32,45	155,76	169,78	
38	2	x 2	13,5	4,91	874	30,87	151,57	165,21	
40	2	x 2	12,4	4,82	881	31,12	150,09	163,50	
Total					5963	210,60	980,96	1069,25	
Promedio					851	30,08	140,13	152,74	

Nota: Factor de reducción obtenido de "Conversion of board foot to cubic scale", of the Forestry Handbook of British Columbia for Douglas Fir.

i = volumen reducido por 1,09, factor de equivalencia del pie tabla costarricense que tiene 1" x 1" x 11', o sea, tiene 1/12 menos que el pie tablar internacional.

INSTITUTO COSTARRICENSE DE CIENCIA Y AGRICULTURA

Cuadro No. 14. Rendimiento aserrable para las masas óptima y actual, por hectárea.

Masa, en miles de pies tablares costarricenses*				
Edad años	O P T I M A		A C T U A L	
	sin raleos	Total	sin raleos	Total
7	15,10	15,10	---	---
12	51,95	93,38	22,50	25,38
17	66,81	97,02	36,61	48,69
22	110,92	168,25	47,89	72,38
30	152,79	243,81	58,36	95,57
35	196,75	292,53	83,00	127,16
40	231,69	328,45	95,29	139,89

* Un pie tablar costarricense tiene un volumen de 11/12 partes del pie tablar internacional.

Costo de instalación de las plantaciones

Como el cuestionario entregado a los finqueros no proporcionó el resultado esperado, debido a que la mayoría de las plantaciones fueron plantadas en los tiempos libres del personal de las fincas y por lo

tanto resultó imposible determinar cuantos hombres días realizaron este trabajo. Por este motivo los costos se estimaron en comparación con otras faenas. Así por ejemplo, para la limpieza de una hectárea se necesitan 22 jornales. Un hombre alcanza a hacer 200 hoyos para plantar por día y necesita un día para rodajear 300 matas. Estos datos de acuerdo con Burgers (4) y experiencias personales, se consideran en el cuadro N^o 15 en el que se indican las faenas y jornales para la instalación de una plantación, en tres diferentes espaciamientos.

Jornales y costos de la instalación de una plantación

Los jornales de estas labores se calculan según el salario agrícola mínimo para Costa Rica, a razón de \$10 el jornal.

El cuadro N^o 16 indica que el costo de instalación de una plantación a los dos años de iniciada es de \$3.143 para un espaciamiento 1 x 1 m, \$1.485 para un espaciamiento inicial de 1,5 x 1,5 m y \$953 para un espaciamiento de 2 x 2 m.

Ahora bien, si la plantación tiene como meta final la de producir madera aserrada y/o madera para plywood, el espaciamiento inicial de 2 x 2 m es el más recomendable por el bajo costo inicial, ya que disminuye el total de gastos amortisables al final del turno, y el acercamiento de la densidad de la masa a la densidad que recomienda el manejo de estos bosques, que como veremos más adelante corresponde a 2.100 o 2.300 árboles por ha en el año siete.

Cuadro No 15. Jornales y costos de la instalación de una plantación de ciprés, para diferentes espaciamientos. Según encuesta realizada en la zona alta de Costa Rica.

Espaciamiento inicial		1 x 1	1,5 x 1,5	2 x 2		
Número de plantas por hectárea		10.000	4.444	2.500		
Año 1						
Jornales y costos, por hectárea						
	Jornales	Costos	Jornales	Costos	Jornales	Costos
1. Limpia del terreno	22	€ 220	22	€ 220	22	€ 220
2. Valor de la planta a raíz desnuda. Un hombre colecta 500 plantas al día	20	200	9	90	5	50
3. Transporte al lugar de plantación. A \$1 el 1000 de plantas		10		5		3
4. Hacer hoyos (30 x 45 cm) y plantar (un hombre planta 120 al día)	83,3	833	37	370	21	210
5. Rodajear 3 por año 250 h.d.	120	1.200	54	540	30	300
Total al final del primer año	245,3	€2.463	122	€ 1.225	78	€ 783
Año 2 En este año se considera que ha quedado un 85% de plantas, por mortalidad en el primer año de la plantación.						
Número de plantas por hectárea	8.500		3.777		2.125	
Rodajear 2 por año 300 h.d.	68	680	26	260	17	170
Total al final del segundo año	68	€ 680	26	€ 260	17	€ 170

En lo referente al valor de los brinzales que han de plantarse se ha estimado en base a las plantas que colecta un hombre al día, aprovechando la abundante regeneración natural que se encuentra bajo o cerca de los árboles de ciprés existentes en la zona o en las mismas fincas que se produce sin costo y puede obtenerse gratuitamente.

El salario mínimo agrícola incluyendo leyes, se calculó en ₡ 10 el jornal (1 dólar U.S.A. = 7 colones al cambio oficial en setiembre de 1967).

Arboles de navidad

La encuesta en San José, principal mercado de este producto entregó valores que fluctúan entre ₡ 7 y ₡ 35 por arbolito. Pero de es tos realmente los de ₡ 15 a ₡ 35 eran propiamente árboles ya que los de ₡ 7 a ₡ 15 sólo eran ramas de árboles viejos.

Con estos antecedentes se estimó que el precio de venta en el sitio debía ser de ₡ 7 por arbolito el primer año de entresaca, ₡ 10 el segundo año de entresaca y ₡15 el tercer año de entresaca.

Los costos de extracción de cada árbol en el terreno se estimaron en ₡0,50, según información recogida de los vendedores y un productor.

Gastos y entradas de las entresacas para árboles de navidad, mediante el método de pre-aprovechamiento del capital suelo

Las alternativas de espaciamento que a continuación se exponen dan una idea de la factibilidad del método propuesto.

Primera alternativa, espaciamiento inicial 1 x 1 metro.

Año 2. De los 10.000 árboles plantados por hectárea quedan 8.500 árboles por pérdida del 15% durante el período de ambientación de las plantas. De esta masa se sacan 4.250 árboles de los cuales sólo son vendibles como árboles de navidad 2.125 arbolitos. Cada árbol de navidad se vende a \$7 c/u \$ 14.875.

Año 2.	Venta de los 2.125 arbolitos	\$14.875	
	Gastos de extracción de los 4.250 árboles a 0,5 c/u.	<u>2.125</u>	
	Quedan 4.250 árboles		12.750

Año 3.	De la masa existente se extraen 1.275 árboles, aproximadamente el 30% de 4.250. De estos sólo se venden 638 arbolitos a \$10 c/u	6.380	
	Gastos de extracción de los 1.275 árboles	<u>638</u>	
	Quedan 2.975 árboles		5.742

Año 4.	De la masa existente se extraen 850 árboles, aproximadamente el 30% de 2.975. De éstos se venden 425 árboles a \$15 c/u	6.375	
	Gastos de extracción a \$1 cada árbol	<u>850</u>	
			5.525

Segunda alternativa, espaciamento inicial 1,5 x 1,5 metros

Año 2. De los 4.444 árboles plantados inicialmente quedan 3.777 árboles, por pérdida del 15% en el período de adaptación de las matitas al terreno. De esta masa se sacan 378 árboles, aproximadamente el 10% de la masa, de los cuales sólo 189 son vendibles como árboles de navidad.

El precio de venta de cada árbol es de ₡ 7	1.323	
Gastos de extracción de 378 árboles a ₡0,5 c/u		<u>189</u>
Quedan 3.400 árboles		1.134

Año 3. De la masa existente se extraen 680

árboles, aproximadamente el 20% de 3.400

De estos sólo se venden 340 árboles a ₡10 c/u 3.400

Gastos de extracción de los 680 árboles a ₡0,5	<u>340</u>	<u>₡3.060</u>
--	------------	---------------

Año 4. De la masa existente se extraen 595 árboles, aproximadamente el 22% de 2.125.

De los árboles extraídos se venden 297.

Cada árbol se vende a ₡15 c/u	₡ 4.455	
-------------------------------	---------	--

Gastos de extracción de 595 árboles

a ₡1. c/u		<u>595</u>
-----------	--	------------

₡3.860

Así al relacionar los costos de instalación de la plantación del cuadro Nº 15 y los ingresos por entresacas con el método de pre-aprovechamiento del capital suelo, para los dos espaciamentos propuestos,

se obtienen los resultados finales para el sistema. Esto se aprecia en el cuadro siguiente.

Cuadro Nº 16. Costos de instalación, entradas y ganancias por ha. de una plantación con el método de pre-aprovechamiento, para dos espaciamientos, según resultados del cuadro y cálculo anterior.

Espaciamiento inicial:	1 x 1		1,5 x 1,5		2 x 2
	Costos	Entradas	Costos	Entradas	Costos
Año 1	₡ 2.465		₡ 1.225		₡ 783
Año 2	680	13.812	260	1.134	170
Año 3		5.742		3.060	
Año 4		5.525		3.860	
Totales	3.143	25.079	1.485	8.054	853
Ganancia	₡ 21.936		₡ 6.569		

De este cuadro se desprende que el mejor pre-aprovechamiento del capital suelo se obtiene con un espaciamiento de 1 x 1 m, sin embargo, hay que admitir que si bien es cierto que con ese espaciamiento se logran los mejores beneficios no es menos cierto que con la producción que ese espaciamiento produce se saturará el mercado consumidor y por la ley de oferta y demanda, bajarán los precios y por lo tanto las utilidades. Un compromiso para evitar esto sería, el espaciamiento 1,5 x 1,5 m, considerando la demanda y los bajos costos de instalación de la plantación. Además este método de pre-aprovechamiento del capital suelo sólo se recomienda para aquellas fincas pequeñas a medianas y siempre que las condiciones de transporte, demanda y precio así lo recomienden.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Masa forestal

Desde la iniciación de las plantaciones el año 1914, en la localidad de Pacayas, se habla en Costa Rica de ciprés o pino, como nombre vulgar de la especie, y de C. lusitanica como nombre científico, no obstante existir otras plantas de ciprés con características diferentes a las descritas para la especie lusitanica, sin embargo, esto no tiene mayor importancia ya que la totalidad de las plantaciones corresponden a la especie descrita. En estas plantaciones se encuentran los mejores crecimientos que serán la base de las futuras plantaciones en el país y que a no dudarlo corresponden al C. lusitanica.

El origen de las plantas que constituyen los rodales seleccionados, proceden por lo común, de plantas recolectadas bajo la corta vientos o árboles de parques de la provincia de Alajuela, lo que confirma la información acerca del lugar de introducción de la especie en Costa Rica.

La edad y extensión de las plantaciones consideradas en el trabajo, permite confiar en ellas, ya que todas aquellas plantaciones cuya edad - según informantes - no eran confirmadas no aparecen en este estudio. Con esto se puede establecer rendimientos y tablas que darán la información primaria necesaria a las futuras planificaciones forestales.

De la agrupación para los rodales considerados por clases de edades, del cálculo del volumen y crecimiento, en base al árbol medio del

área basal, se puede concluir que:

A la clase de edad 10 años, el promedio de incremento medio anual, según el cuadro N^o 10, para cuatro plantaciones es de 22 m³/ha año. Entre estas plantaciones se destacan las de La Lucha 1 y Tres Ríos con mayor espaciamiento inicial que las otras plantaciones de la clase. Al resto de las plantaciones de la clase no se les calculó el volumen por tener un diámetro promedio menor de 15 cm, el cual no se considera en la tabla de cubicación. Sin embargo, las mediciones y cálculo del árbol basal dan un crecimiento extraordinario de 41,27 m²/ha para la plantación Esmeralda con 6.790 árboles a los 10 años.

Este resultado del área basal parece alto para plantaciones de ciprés, pero la literatura consultada señala que en Guatemala un rodal de 8 años de edad alcanzó 32 m²/ha de área basal con 6.500 árboles por ha (25). En Colombia a los 7 años con 1.637 árboles por ha se midieron 25 m²/ha como área basal (7).

En la clase 15 años, las plantaciones Tres Ríos, Los Lote Pacayas y Patarrá alcanza el máximo de la clase mientras que Camejo y San Ramón constituyen el límite inferior de la misma. La media de incremento medio anual es de 25 m³/ha/año, o sea tres metros cúbicos más de incremento medio anual que la clase anterior. En esta clase aparecen plantaciones que no se consideraron en la anterior por carecer de datos. Sin embargo, en ese año se aprecia el aumento que experimenta el rodal Tres Ríos.

La clase 20 años, con un promedio de 23 m³/ha/año de crecimiento medio anual. Esta clase muestra un crecimiento gradual de las plantaciones Esmeralda 1 y Camejo. El promedio del área basal es de

46,38 m²/ha, comparable con lo que la literatura indica para Ecuador a los 20 años, esto es 33 y 41 m²/ha (8).

De la clase 25 años, se extraen 27 m³/ha/año de promedio de incremento anual, entre extremos de 19 y 24 m³/ha/año, y una área basal promedio de 64 m²/ha. Cabe destacar en esta clase el efecto que el raleo ha tenido en la plantación Esmeralda 2, en lo referente al diámetro y su relación con el número de árboles por hectárea. Goitia (20) apunta que el incremento medio anual por árbol aumenta progresivamente a partir de los 18 años hasta los 30 años. Sin embargo, como masa total actual en Costa Rica, este aumento sólo alcanza los 25 años y después disminuye, lo que se debe fundamentalmente al número de árboles por hectárea y al tratamiento silvícola de la masa, ya que como afirma Goitia, el ciprés sigue creciendo e incrementando su volumen, especialmente si la masa está sometida a manejo.

Para esta misma clase de edad, Holdridge (25, 28) reporta que en Guatemala un rodal de 25 años tenía 53 m²/ha con 1.200 árboles y una altura dominante entre 25 y 30 m. Para la clase determinada en el cuadro N^o 8, la altura media fustal es de 20 m y el número de árboles medio por hectárea es de 1.650 árboles.

A la clase de 30 años, le corresponde un promedio de incremento medio anual de 23 m³/ha/año y una área basal de 66,73 m²/ha. El espaciamiento y el consiguiente número de árboles por hectárea ejercen su mayor influencia en la clase. Esto se aprecia en las plantaciones de Tres Ríos y Mata de Plátano principalmente, en las cuales se observan los mejores desarrollos. En cambio, las plantaciones Esmeralda y Esmeralda 1, mantienen un crecimiento pequeño a pesar de tener un buen

desarrollo de la altura, en comparación con otras plantaciones de la misma clase de edad.

En la clase 35 años, el promedio del incremento medio anual es $23 \text{ m}^3/\text{ha/año}$, es decir mantiene el ritmo de crecimiento que la clase anterior. Esto se debe a que los rodales mantienen el mismo número de árboles por hectárea especialmente aquellas plantaciones con espaciamiento estrecho.

Finalmente, la clase de 40 años, presenta el mismo ritmo de incremento que la anterior, pero ha bajado en un metro cúbico su promedio medio anual. Esto se debe a que con la incorporación a la clase de la plantación El Alto y la desaparición de otras plantaciones que antes se consideraban en el cálculo - por no contar en este año con mediciones de los rodales antes considerados -. Sin embargo cabe destacar que la plantación Esmeralda 1 mantiene su ritmo de crecimiento.

Tablas de rendimientos y rendimiento de los rodales

Basado principalmente en el desarrollo diamétrico en relación con la edad, altura fustal-edad y número de árboles en la edad correspondiente a los rodales se llega a las tablas de rendimiento.

Así al relacionar la altura fustal con la edad, se establece en dos rangos de crecimiento (Rango I y II).

En el rango I se destacan los rodales La Lucha, La Lucha I y Tres Ríos en el período de 10 a 20 años, la plantación Camejo I, que en el período 20-30 años alcanza el límite inferior del rango y en forma sobresaliente se destaca, la plantación Mata de Plátano que llega

al límite superior del rango en el período 30-35. A este rango se agrega también Esmeralda 2 que en el período 30-35 llega al límite inferior del rango, para luego descender al rango II.

Al rango II, corresponden los rodales Esmeralda y Camejo que en período 10-20 años dominan el rango en toda su extensión. En el período siguiente, 20-30 años, se destaca el descenso experimentado por la plantación Esmeralda 2, raleada en esa época, pero que en período siguiente alcanza el límite inferior del rango I. En cambio, Esmeralda 1 en este período mantiene un ritmo ascendente de crecimiento pero en el período siguiente llega al límite inferior del rango II.

Esto pone de manifiesto que el número de árboles, según el cuadro N^o 8, influye considerablemente en la altura fustal con la edad, ya que al tener un espaciamiento estrecho, las plantaciones aumentan su altura total pero no la altura fustal. En cambio, con mayor espaciamiento aumentarán en diámetro y por consiguiente la altura fustal, ya que la altura total mantiene su ritmo de crecimiento. El caso de Esmeralda 1 y Esmeralda 2 constituyen un claro ejemplo de esta característica de dependencia entre la edad, altura fustal y el número de árboles por hectárea. Sin embargo, en el caso de Esmeralda 2, aún se mantiene un número excesivo de árboles por hectárea en la edad 35 lo que baja su altura fustal en comparación con la Plantación Mata de Plátano, por ejemplo, que al tener mayor espaciamiento y menor número de árboles, mantiene un crecimiento constante.

Así, con las informaciones del cuadro N^o 10 y el análisis de la figura N^o 5, se puede establecer que el mayor número de árboles por hectárea influye en el crecimiento de la altura fustal en los prime-

ros años de la plantación, pero posteriormente, en edades más avanzadas el ritmo de crecimiento en altura fustal disminuye mientras que el menor número de árboles por hectárea mantiene un crecimiento constante de altura fustal en las plantaciones.

Al relacionar la edad con el D.A.P. para el total de los rodales considerados en el trabajo y según la figura N^o 6, determinan tres rangos de crecimiento, que se han designado al máximo como deseado u óptimo, al central como actual (I) y al inferior o mínimo como dominado (II).

El rango óptimo lo alcanzan las plantaciones Mata de Plátano en los años 30 al 36, con un total de 501 árboles por hectárea y las plantaciones La Lucha, La Lucha 1 y Tres Ríos, con 1.275, 1.186 y 1.350 árboles por hectárea respectivamente.

El rango actual (I) presenta para el período 30-35 años las plantaciones Camejo, Paulina, Tres Ríos, rodales que a pesar de empezar con un espaciamiento inicial satisfactorio en este período, han disminuido su crecimiento diamétrico debido al excesivo número de árboles por hectárea.

En este rango es notorio el descenso que experimenta la plantación Esmeralda 2 en el período 20-25 años, hacia el límite del rango II, al que posteriormente pasa en el período siguiente.

El rango II o dominado se presenta en los rodales Esmeralda, Esmeralda 1, Camejo y Camejo 1, como los más significativos y en él se destaca Camejo que se encuentra en el límite inferior del rango y aún bajo ese límite.

El conjunto de esta relación coincide con la ley del crecimiento que establece que "a mayor espaciamiento mayor diámetro".

De estos resultados se extraen los promedios que servirán de base a las tablas de rendimiento en las diferentes edades de intervención silvícola.

De estas relaciones se colige que la masa total existente, en cuanto a la altura con relación a la edad se mantiene en una relación más o menos estrecha, lo que determina los dos rangos de crecimiento claramente definidos. En cambio el crecimiento del diámetro, fuera de los dos rangos correspondientes a la altura, indica un crecimiento superior, señalado por las plantaciones La Lucha, La Lucha 1, Tres Ríos y Pacayas entre los 12 y 17 años y la Plantación Mata de Plátano entre los 30 y 36 años de edad.

Con la masa forestal en estas condiciones, se plantea la hipótesis siguiente:

El rango I representa el estado actual de las plantaciones, que no han tenido intervención silvícola alguna, mientras que el rango II representa de la masa actual, la masa Dominada, ya que al relacionar las plantaciones entre sí, a través de los elementos diámetro, altura y número de árboles, como se ve en las figuras Nos. 5, 6 y 7 y de los cuadros Nos. 4, 5 y 6, queda de manifiesto que el mayor número de árboles por hectárea influye directamente en el crecimiento promedio de las mismas. También se desprende que con un tratamiento adecuado, la masa existente de Ciprés, puede llegar al rango óptimo o deseado señalado por las plantaciones que en la relación diámetro edad señalan el crecimiento superior.

Esta hipótesis, plantea desde luego la interrogante de cuál es el procedimiento más apropiado para llegar al crecimiento que señala la masa óptima.

Esto se responde cuando se analiza el cuadro N^o 10 y las figuras Nos. 5 y 6. Ellos señalan que en los siete primeros años aproximadamente la masa debe tener entre 2.100 a 2.500 árboles por hectárea. También se desprende que los mejores rendimientos se obtienen a los 25, 30 o 35 años de edad y que se logran con 500 o menos árboles por hectárea. Esta apreciación concuerda con Paterson (43) que en Kenya con esas mismas edades señala crecimiento de $518 \text{ m}^3/\text{ha}$ con 250 árboles/ha para clase de sitio II.

El espaciamiento inicial, según se desprende de los mismos cuadros y figuras y las investigaciones de Dyson (14), Griffith (22), Lamprecht y Finol (31), Veiga (61) y otros, es de 2 x 2 m o 2,5 x 2,5 m. A esto contribuye el crecimiento inicial de la altura que en Costa Rica alcanza un promedio de 180 cm anuales, lo que permite el desarrollo de una buena copa y el cierre del dosel más o menos a los 5 o 6 años de estar plantados.

Con estos antecedentes: rangos de crecimiento total de los rodales, crecimiento inicial de las alturas y experiencias extranjeras, se proponen las dos tablas de rendimiento que se ve en los cuadros Nos. 11 y 12 para la masa óptima deseada y actual respectivamente.

Las intervenciones silvícolas que se proponen para llegar al óptimo o deseado son: raleos a los 7, 12, 17 y 22 años y corta final a los 30, 35 o 40 años según las condiciones de la masa y el mercado.

Como complemento al crecimiento y tratamiento de responder a la pregunta: Cuál rendimiento?, se trata de determinar el rendimiento maderable neto de los rodales individualmente y en conjunto, suponiendo que la meta fijada sea la de madera aserrada únicamente. Esto se plantea en esta forma ya que aún no existe en el país una comercialización integral de los productos del bosque como ser, madera para pulpa, postes para cercas, cajones, postes telefónicos, durmientes y maderas para chapas.

Bajo este supuesto se sacaron de la tabla de reducción para el Abeto Douglas en Columbia Británica (59) y trabajos de Paterson (41) en Kenya los factores correspondientes a los diámetros de las plantaciones existentes y con ellos se calcularon los resultados que aparecen en los cuadros Nos. 13 y 14.

En el cuadro N^o 13 se observa el aumento que tienen los rodales con el aumento del diámetro y la edad y en el cuadro N^o 14 se aprecia lo que se obtendría por hectárea si se emplearan los métodos silvícolas propuestos. Esta comparación se aprecia mejor con los valores que a continuación se enumeran: en los rodales en pie, a la clase 15 años le corresponde un promedio de 44.780 pies tablares costarricenses por hectárea para llegar a 152.740 pies tablares costarricenses a la edad de 40 años. En cambio los rodales con intervención silvícola a los 12 años llegan a 59.380 p.t.c. (pies tablares costarricenses) para alcanzar 328.450 p.t.c. a los 40 años.

Puede agregarse que este rendimiento óptimo está por debajo de lo que podría ser un rendimiento máximo, ya que según Paterson (42) y de acuerdo con el Cuadro N^o 4 del apéndice para clases de sitio II se

establecen tablas de rendimiento con plantaciones que alcanzan diámetros de 60 cm como promedio mientras que las tablas de rendimientos consignadas en este trabajo sólo llegan a 47,8 cm de D.A.P. de promedio. Pero algunas mediciones de grupos de árboles en Costa Rica -- que no se consideraron entre los rodales por no cumplir con los requerimientos impuestos para el análisis -- dieron un promedio de 67,2 cm de D.A.P. entre extremos de 60,2 y 72,9 cm de D.A.P.

Perspectivas del Ciprés en el pre-aprovechamiento del capital
suelo y la demanda de productos del bosque en Costa Rica

Los resultados hasta aquí expuestos, en la mayoría de los casos, caen dentro de los rendimientos que la literatura consultada expone. Algunos están por encima de los entregados y otros por debajo de los mismos. Esto se debe fundamentalmente a que los factores del rendimiento son diferentes de un sitio a otro, y al tratamiento que los distintos rodales han tenido. Así, los rendimientos encontrados para el ciprés en Costa Rica parecen estar dentro de las posibilidades admisibles de la especie en su área artificial.

Ahora bien, por lo expresado, se ha respondido someramente al qué?, cuál? y cómo? de las preguntas planteadas en la introducción, pero... el dónde? ... Es un problema que los técnicos y planificadores nacionales deben responder. Sin embargo, sólo con el deseo de cooperar en la respuesta a esta interrogante -- como participe de una profesión que tiene el deber de suministrar al mundo los productos forestales que necesite -- en este trabajo se proponen dos áreas: la denominada cerro Peineta comprende los lugares Alto del Roble, el

Gallito, cerro Piedra o Peineta y otros lugares de la zona alta de la provincia de Heredia, comprendida entre los 1.200 y 1.800 metros aproximadamente.

Como se aprecia en la figura N^o 10 del apéndice, la topografía quebrada y la erosión incipiente son las características más sobresalientes del área. Esta zona se encuentra climáticamente en las condiciones exigidas por el ciprés, a lo que hay que agregar un buen sistema de caminos asfaltados y mano de obra cercana; la otra se encuentra en la provincia de Cartago, y corresponde al área del Río Reventado.

El río Reventado en toda su cuenca abarca más o menos 2.240 hectáreas. La parte superior o cuenca superior tiene 1.410 hectáreas, de las cuales la mayoría están clasificadas, según el informe de I.C.E. (10), como montañosos (45,4%) o como lomeríos y cerriles (48,9%), o sea, 640 y 690 hectáreas respectivamente.

Esta área por sus condiciones topográficas, edáficas, climáticas conservacionistas y económicas es la que requiere una rápida y efectiva acción forestal.

En ambas áreas por las características detalladas en el apéndice N^o 2 y con los antecedentes ecológicos y forestales presentados, se colige un éxito en las plantaciones de esas áreas, especialmente desde el punto de vista financiero. Mayor aún será el alcance de este beneficio si consideramos, entre otros, el empleo de la mano de obra desocupada, la diversidad de la economía rural y el mejoramiento de las condiciones sociales, mediante pequeñas industrias.

Con el fin de aumentar los beneficios del bosque, para aquellas fincas pequeñas en las que la mano de obra familiar es abundante, se

propone un pre-aprovechamiento del capital suelo, en base a la obtención de árboles de navidad en los primeros años de las plantaciones, en el caso que las condiciones geográficas, transporte, demanda y mercado lo permitan, quedando entendido que la meta final de la plantación es la de producir madera aserrada.

Los cuadros Nos. 15 y 16 detallan ganancias y costos, y se establecen los métodos que se emplearán para el caso de que la producción de árboles de navidad sea realmente un pre-aprovechamiento del suelo. Estos resultados sólo consideran la venta de los árboles en el sitio de plantación y no directamente al consumidor, lo que al hacerlo aumentaría mucho más las ganancias del productor. No obstante esta situación, las ganancias parecen ser satisfactorias y servirán de estímulo a los empresarios pequeños en la expansión de las plantaciones. Sin embargo, debe considerarse la oferta y no producir más de lo que el mercado es capaz de consumir; además hay que admitir riesgos inherentes a las masas artificiales, ya que las plantaciones están más expuestas que los montes naturales a ciertos peligros: enfermedades, ataques de insectos, incendios y otras calamidades. Sin embargo cabe pensar que con un buen control y una política forestal idónea, estas calamidades se pueden evitar.

La demanda actual de madera y sus productos en Costa Rica crece constantemente. Así el Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo (INVU) ha incorporado la madera en las construcciones económicas; el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) ha decidido reemplazar los postes telefónicos de concreto por los de maderas tratadas; los ferrocarriles cada vez más necesitan de durmientes y el uso de la

leña, que si bien - en el último tiempo- ha disminuído sigue siendo utilizada por muchas de las familias rurales.

A las necesidades de la madera se pueden agregar el valioso aporte que las plantaciones dan al paisaje fitogeográfico de las respectivas regiones, al inaugurar nuevos caminos hacia una utilización más racional de los suelos y la integración de las actividades silvícolas con la vida general de los recursos y los objetivos a largo plazo en el uso de la planificación de la tierra.

En conjunto, las perspectivas de futuras plantaciones con ciprés en Costa Rica y su expansión son buenas, aunque mucho dependerá de la actitud del Gobierno respecto de la cuestión forestal y, en particular del sector privado; del desarrollo y la expansión de mercados suficientes para la madera y sus productos forestales. Además de la estabilización de precios a nivel razonable, mantención de calidades mediante métodos de clasificación y de la contención del éxodo rural con el fin de estabilizar los efectos de la mano de obra rural.

RESUMEN

Con el presente trabajo se pretende analizar la factibilidad de las reforestaciones con ciprés (Cupressus lusitanica Mill.) en el Valle Central de Costa Rica. Al respecto, se revisó la literatura en lo referente a: características botánicas, anatómicas y mecánicas de la especie, como sus exigencias ecológicas y su distribución. Además se ubicaron las plantaciones existentes y se trató de coleccionar el mayor número de antecedentes históricos de la especie en Costa Rica.

Para investigar el crecimiento del ciprés en Costa Rica, se analizaron las plantaciones y se seleccionaron los rodales que se tomaron como representativos de la masa existente, estableciéndose parcelas de 1/10 de hectárea tomadas al azar dentro de las plantaciones. Estas parcelas se midieron durante los años 1966 y 1967 en el período comprendido entre los meses de marzo a abril, anotándose los aspectos generales del sitio.

Los datos se tabularon y junto a mediciones efectuadas en años anteriores por el Departamento Forestal del Instituto de Tierras y Colonización de Costa Rica, se agruparon por clases de edad.

Para la tabla de cubicación se midieron 58 árboles y se calculó su volumen por secciones de dos metros. Luego se construyó la tabla de cubicación por el método gráfico, con la que se determinó el crecimiento de los rodales constituyentes del trabajo. Con estos resultados se construyeron las curvas que relacionan la edad con la altura y el diámetro respectivamente.

Estas relaciones llevaron a la formulación de la hipótesis que

establece lo siguiente: la masa actual en las relaciones edad-altura fustal-diámetro está representada por el rango de crecimiento I y la masa dominada por el rango II. Pero en la relación diámetro-edad, se determinó un tercer crecimiento que se designó como deseada u óptimo, ya que sólo algunas plantaciones llegan hasta este límite.

Partiendo de este supuesto se construyeron las tablas de rendimiento para la masa actual y la masa deseada u óptima, considerando las experiencias logradas en Kenya con la misma especie y las observaciones locales. Además se agrega una tabla de rendimiento aserrable neto, si la meta final fuese madera aserrada. Para esto se considera la tabla de conversión de Columbia Británica para Pseudotsuga menziesii, adaptada a las condiciones de los rodales existentes y las características nacionales de mercadeo.

Con base en el excelente mercado local para arbolitos de navidad de Ciprés, se propone un método de pre-aprovechamiento del suelo basado en la obtención de estos arbolitos en los primeros años, sin perder la finalidad básica de la plantación, que ha de ser la producción de madera aserrada.

Se estableció que el mejor espaciamiento inicial de las plantaciones como productoras de madera aserrada, corresponde a 2 x 2 m o 2,5 x 2,5 m, ya que el crecimiento inicial permite mantener un dosel cerrado a los cuatro o cinco años. El número final de árboles por hectárea debe ser entre 300 y 500 con raleos a los 7, 12, 17 y 22 años y el turno a los 30, 35 o 40 años, según sean las características del sitio y mercado.

Esto lleva a resultados similares a los que la literatura consultada proporciona. Las diferencias que existen entre los rodales se deben más al tratamiento que al sitio, ya que con la edad los rodales disminuyen su ritmo de crecimiento en diámetro y no en altura, especialmente aquellas plantaciones que poseen un número excesivo de plantas por hectárea.

SUMMARY

This study analyzes the possibility of reforestation in the Central Valley of Costa Rica with cypress (Cupressus lusitanica Mill.). The existing literature was reviewed with respect to the botanical, anatomical and mechanical characteristics of the species, as well as its ecological requirements and distribution. Existing plantations in Costa Rica were located and data on the species history were collected.

In order to study this species' growth, representative stands were selected from the plantations, and 1/10th. hectare sample plots established at random within them. These plots were measured in March and April of both 1966 and 1967, and the general characteristics of the site noted.

Based on the data collected and measurements made in previous years by the Forest Department of the Institute of Land and Colonization of Costa Rica, the stands were grouped by age classes.

A volume table was prepared graphically from the measurement of 58 trees, and volumes calculated by two-metre stem sections. This volume table was used to determine volume increment in the stands under study. Curves were drawn showing the relation of age to height and to diameter.

These relationships led to the following conclusions: the relationship age-length of stem to branching-diameter is represented in the dominant trees by growth rank I and in the sub-dominant trees by growth rank II. However, in the relationship diameter-age, a third

growth rank was determined and designated as the optimum, in that only some plantations reached this limit.

Yield tables for the existing stand and for the optimum stand were made, taking published experience in Kenya with the same species and local observations into account. In addition, a table showing the yield of sawn lumber was prepared, in the event that this was to be the final use of the plantations. Conversion of round volume to sawn measure was made using British Columbia factors for Pseudotsuga menziesii, adapted to the existing stand conditions and local market requirements.

Since there is an excellent local market for Cypress Christmas trees, a multiple use of the site by producing these trees in the first years is proposed. However, the final object of the plantation, the production of sawtimber, should not be lost.

It was established that the best initial spacing for sawtimber plantations would be 2 x 2 meters or 2.5 x 2.5 meters, as the initial growth permits the development of a closed canopy at four or five years of age. Thinnings at 7, 12, 17 and 22 years and a rotation of 30, 35 or 40 years, according to site and market demand, should result in a final crop of from 300 to 500 trees per acre.

The results of this study were similar to those reported in the literature. Differences between stands are due more to management than to site, since the rate of diameter growth but not height growth is reduced with age, especially in those plantations composed of a large number of trees per hectare.

LITERATURA CONSULTADA

1. ALONSO, J. C. et al. Estudio de la estructura de la masa forestal y del crecimiento de un rodal de Cupressus lusitanica en la finca San José de la Montaña del Sr. Otto Steinvorth, Barba, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1965. 11 p. (Mimeografiado)
2. BANNISTER, M. H. y ORMAN, H. R. Cupressus lusitanica as a potential timber tree for New Zealand. New Zealand Journal of Forestry 8(2):203-217. 1960.
3. BUDOWSKI, G. La identificación en el campo de los árboles forestales más importantes de la América Central. Tesis Mag. Agr. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1954. pp. 35-37.
4. BURGERS, T. F. Situación actual y desarrollo posible de la silvicultura en el país: El Salvador. Informe provisional. Roma, FAO, 1961. 103 p.
5. CARNEVALE, J. A. Árboles forestales. 3a ed. Buenos Aires, Hachette, 1955. p. 368.
6. CARVALHO, J. A Cupressus lusitanica en São Paulo. Anuario Brasileiro de Economía Florestal (7):124-142. 1954.
7. CENTRO TROPICAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES. Datos de crecimiento de plantaciones forestales en México, Indias Occidentales, Centro y Sudamérica. Caribbean Forester 21(Suppl.): 133. 1961.
8. CIANCIULLI, P. L. Os pinheiros da América Central e México. São Paulo, Instituto Botánico, 1961. pp. 22-24.
9. COSTA RICA. DIRECCION DE ESTADISTICAS Y CENSOS. Atlas estadístico de Costa Rica. San José, 1953. p. 60.
10. _____. INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD. Informe sobre el problema del Río Reventado. San José, ICE, 1965. 312 p.
11. _____. INSTITUTO GEOGRAFICO. Información general sobre Costa Rica. Costa Rica, Instituto Geográfico, 1963. pp. 32-34. (Informe semestral; julio-diciembre).
12. _____. MINISTERIO DE AGRICULTURA E INDUSTRIAS. Estudio preliminar de suelos de la región occidental de la Meseta Central. San José, 1958. 64 p. (Boletín Técnico Nº 22)

13. DALLIMORE, W. y JACKSON, A. Handbook of coniferae. 3rd ed. London, Arnold, 1954. pp. 190-203.
14. DYSON, W. G. Notes on the silviculture of cypress grown for timber in Kenya. Kenya, East African Agricultural and Forestry Research Organization, 1962. 6 p. (Technical Note N^o 84)
15. _____. Cupressus lusitanica Miller progeny trial N^o R. E. 207. Kenya, East African Agricultural and Forestry Research Organization, 1966. 6 p. (Technical Note N^o 101).
16. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. El estado mundial de la agricultura y la alimentación, 1965. Roma, 1965. 305 p.
17. _____. La madera: tendencias y perspectivas mundiales. Unasylya 20(1-2):1-138. 1966.
18. _____. Yearbook of forest products statistics. Roma, 1966. 144 p.
19. FRANCO, J. do A. A Cupressus lusitanica Miller. Notas acerca de sua historia e sistemática. Agros (Portugal) 28(1-2): 1-87. 1945.
20. GOITIA ESTRADA, D. J. Estudio del incremento volumétrico del Cupressus lusitanica Mill. en relación a la edad y el sitio Tesis Mag. Agr. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericana de Ciencias Agrícolas, 1954. 59 p.
21. GOLFARI, L. Exigencias climáticas de las coníferas tropicales. Unasylya 17(1):33-42. 1963.
22. GRIFFITH, H. L. The best date of planting softwoods at Muguga (Kenya). Empire Forestry Review 36(1):94-97. 1957.
23. _____, y HOWLAND, P. East African yield tables N^o 1. Preliminary yield tables for the cypresses of the Cupressus lusitanica group. East African Agricultural and Forestry Research Organization, 1961. (Forest Technical Note N^o 2). (Original not available for examination; abstracted in Forestry Abstracts 23(4):62. 1962).
24. GUTIERREZ, F. Valle central de Costa Rica. San José, Instituto Geográfico, 1966. pp. 43-44. (Informe semestral; enero-junio)

25. HOLDRIDGE, L. R. El ciprés mexicano (Cupressus lusitanica Mill.) en Costa Rica. San José, Ministerio de Agricultura e Industrias, 1953. 31 p. (Boletín Técnico N° 12)
26. _____. Pine and other conifers. FAO, Tropical Silviculture, vol. 2. Forestry and Forest Products Studies N° 13:332-338. 1957.
27. _____. Life zone ecology. San José, Costa Rica, Tropical Science Center, 1964. pp. 17-45.
28. _____, LAMB, F. B. y MASON, B. Los bosques de Guatemala. Informe general de silvicultura, manejo y posibilidades industriales de los recursos naturales de Guatemala. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas e Instituto de Fomento de la Producción, Guatemala, 1950. 174 p.
29. JENKINS, E. Algunas maderas de Costa Rica y sus usos. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, s.f. 5 p. (Mimeografiado)
30. KEIL, H. J. Forest industry continues world progress. World Wood 8(3):27. 1967.
31. LAMPRECHT, H. y FINOL, H. Programa de estudio sobre coníferas exóticas en los Andes Venezolanos. Primeros resultados de los experimentos. Mérida, Venezuela, Instituto Forestal Latinoamericano, 1959. pp. 48-49. (Boletín N° 4)
32. LEGGAT, G. T. A Uganda softwood scheme. Empire Forestry Review 33(4):345-351. 1954.
33. LEWIS, A. B. Clases económicas de tierras en la cuenca superior del Reventazón de Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1953. 4 p.
34. LOJAN, L. Apuntes de dasometría. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1965. 81 p. (Mimeografiado)
35. MARTINEZ, M. Las coníferas mexicanas. México, D. F., Secretaría de Agricultura y Ganadería, Subsecretaría de Recursos Forestales y de Caza, 1953. pp. 199-259.
36. MITTAK, W. L. Apuntes de dendrometría. Valdivia, Chile, Universidad Austral, 1957. 201 p.
37. PARDE, L. Les conifères. Paris, Maison Rustique, 1961. pp. 204-212.

38. PARSONS, J. Agricultural colonization in Costa Rica. *Geographical Review* 533(3):451-454. 1963.
39. PARRY, M. S. Tree planting in Tanganyika. II. Species for dry areas. *East African Agricultural Journal* 19(3):154-160. 1954.
40. _____ Métodos de plantación de bosques en Africa tropical. Roma, 1957. 333 p. (FAO-Cuaderno de Fomento Forestal Nº 8)
41. PATERSON, D. N. The production of sawn timber from small cypress thinnings in Kenya. *Commonwealth Forestry Review* 42(3):211-216. 1963.
42. _____ Average mechanical and physical properties of Kenya exotic softwoods. Kenya East African Agricultural and Forestry Research Organization, 1963. 2 p. (Technical Note Nº 82)
43. _____ Cypress - average assortment tables. Kenya East African Agricultural and Forestry Research Organization, 1963. 1 p. (Technical Note Nº 90).
44. PLATH, C. V. y VAN DER SLUIS, A. Uso potencial de la tierra de Costa Rica. Roma, FAO, 1967. 26 p.
45. POLAKOWSKI, H. Contribución al estudio de la fitogeografía Centroamericana.. San José, Trejos, 1890. 7 p. (Original no consultado; citado por Madriz Vargas, A. Algunos datos para el manejo de bosques secundarios degradados de la parte occidental de la Meseta Central. Tesis Mag. Sc., Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1965. p. 5.)
46. QUIROS AMADOR, JULIA. Geografía de Costa Rica. San José, Trejos, 1954. 188 p.
47. RECORD, S. J. y HESS, R. W. Timbers of the new world. New Haven, Yale University Press, 1943. pp. 4-5.
48. RESOURCES INVENTORY CENTER. Análisis regional de recursos físicos, Centro América y Panamá, GIPR Nº 4 - Costa Rica. Washington, D. C., Resources Inventory Center, Corps of Engineers, U. S. Army. 1965.
49. SAENZ MAROTO, A. Suelos volcánicos cafetaleros de Costa Rica. San José, Universidad de Costa Rica, 1966. 353 p. (Serie Agronomía Nº 6).

50. SAMOYOA, P. R. y SAGASTUME D., J. A. Algunas especies maderables de nuestros bosques. *Revista Agrícola de Guatemala* 2(21/26): 298-303. 1946.
51. SCHOBER, R. Ertragstafel für europäische Lärche 1946. Alemania (Grünberg in Hessen), R. Robert, 1946. 11 p. Reimpreso de *Die Lärche, eine ertragskundliche "Biologische Untersuchung"*.
52. SCHREUDER, E. J. Apuntes de economía forestal. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1966. 80 p.
53. SCOTT, M. H. The quality and uses of exotic softwoods in South Africa. *Empire Forestry Review* 30(3):235-245. 1951.
54. SOLA, G., et al. Tratado botánico. Traducción de la 3a ed. italiana por P. Font-Quer. 2a ed. corr. Madrid, Labor, 1961. p. 876.
55. STANDLEY, P. C. Flora de Costa Rica. Chicago, Field Museum of Natural History, 1937. Pt. 1, p. 65. (Botanical Series vol. 16, pt. 1 - Publi. No 391).
56. _____ Notes on some Guatemalan trees. *Tropical Woods* (84):1-18. 1945.
57. _____ El ciprés centroamericano. *Ceiba* (Honduras) 1(3): 180-185. 1953.
58. STREETS, R. S. Exotic forest of trees in the British Commonwealth. London, Camelot Press, 1962. pp. 242-258.
59. VANCOUVER, THE FORESTRY CLUB. Forestry handbook for British Columbia. 2a ed. Vancouver, University of British Columbia, 1959. p. 117.
60. VASQUEZ SOTO, J., et al. Botánica forestal. Chapingo, México, Escuela Nacional de Agricultura, 1964. pp. 73-79. (Serie de Apuntes No 1)
61. VEIGA, A de A. Nota preliminar sobre o espaçamento inicial do Cupressus lusitanica Mill. *Revista de Agricultura* (Piracicaba, Brasil) 30(7/12):199-208. 1955.
62. VEILLON, J. P. Curso de ordenación forestal. I. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1965. 92 p.

63. VEILLON, J. P. Tablas matemáticas y de conversión, tablas de volúmenes para árboles en pie y tablas de correlaciones entre diferentes factores dimensionales de árboles medio de varios tipos de bosques naturales latinoamericanos. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1965. 25 p. (Mimeografiado)
64. WECK, J. Über Koniferen in den Tropen. Forstwirtschaftliches Centralblatt 77(7/8):211. 1958.
65. WERCKLE, C. La subregión fitogeográfica costarricense. Revista de Costa Rica (10):319-326. 1920.
66. WETTSTEIN, R. Tratado de botánica sistemática. Traducción de la 4a ed. alemana por P. Font-Quer. Barcelona, Labor, 1944. pp. 480-483.
67. WEYL, R. Escursiones geológicas en Costa Rica. Costa Rica, Instituto Geográfico, 1956. pp. 45-58. (Informe trimestral; enero-abril, 1956)

A P E N D I C E S

APENDICE 1

Región observada

El área en que se encuentran los rodales más representativos de ciprés en Costa Rica, abarca principalmente las zonas altas del Valle Central.

Ubicación, geomorfología y suelos

El Valle Central se encuentra localizado entre la Cordillera Central por el Norte y las ramificaciones septentrionales y noroccidentales de la Cordillera de Talamanca hacia el Sur y limitado por este lado con una zona de fallas, de la que se levantan las cadenas montañosas de la Carpintera, Escazú y Puriscal al Suroeste, las que junto con el Aguacate al Oeste cierran el Valle por el occidente, mientras que por el oriente lo hace la formación de Turrialba (11, 24).

Comprende el Valle Central un área de aproximadamente 3.246 Km². Separado en dos regiones: la región occidental en la cual se encuentra entre otras, las ciudades de San José, Heredia, Alajuela, Grecia, Naranjo y San Ramón; y la región oriental donde se encuentran entre otras ciudades, Cartago, Paraíso y Turrialba (24). Sáenz (49) tomando en cuenta los linderos que se consideran en la actualidad, después de los estudios realizados por el Instituto Geográfico de Costa Rica en 1954, construyó el croquis del Valle que aparece marcado en líneas llenas de las figuras Nos. 2 y 3.

El Valle Central es un valle tectónico entre la Cordillera de Talamanca al Norte y la Cordillera Costeña al Sur, compuesto de rocas

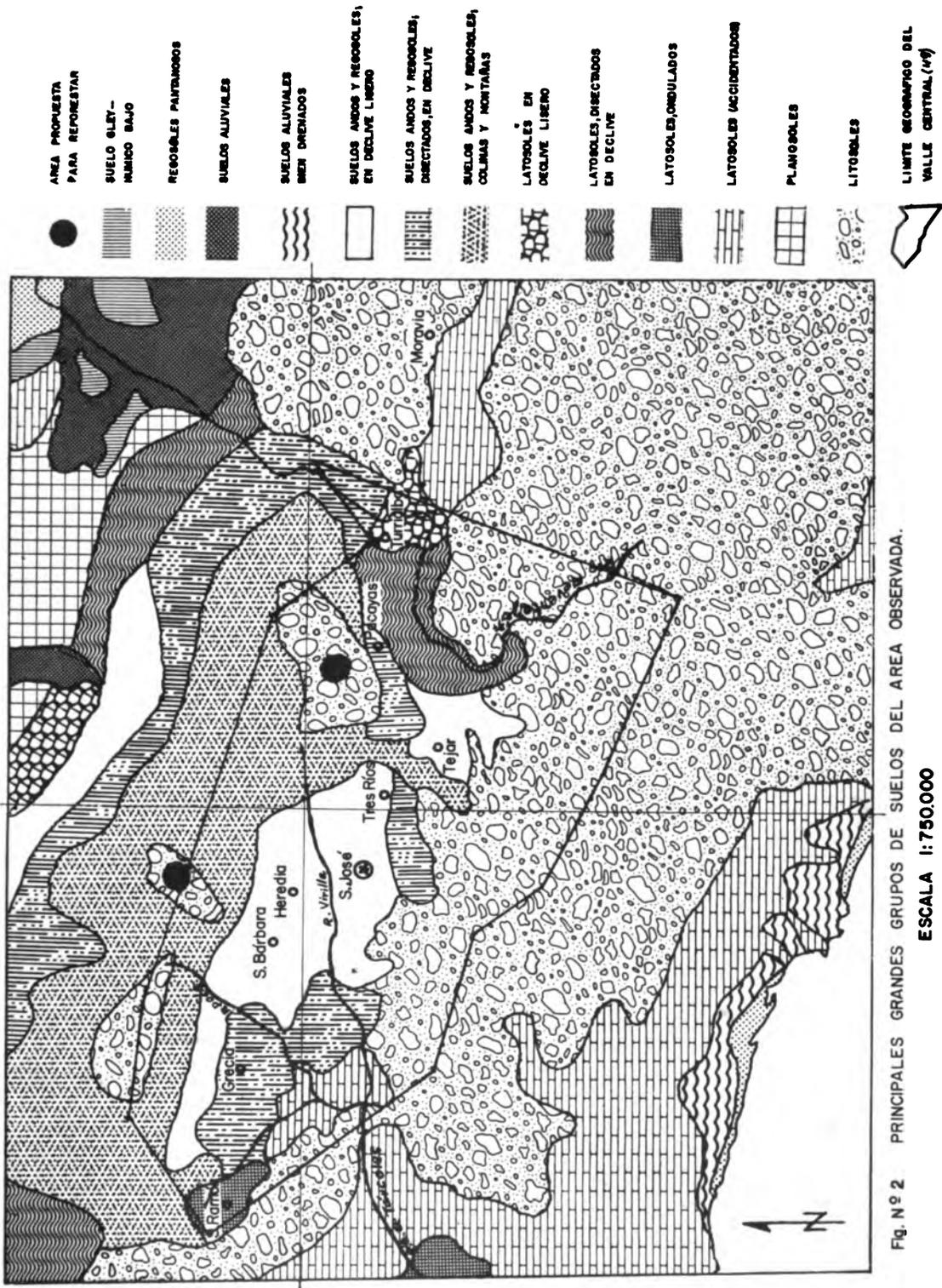
extrusivas recientes, pues una capa de lava relleno la mayor parte de la misma (67).

Según von Seebach (1865), Gabb (1875), McDonald (1919), Schaufelberger (1923), Weyl (1955) y otros citados por Sáenz (49), la zona en el Mioceno y Oligoceno estuvo sumergida, por donde se comunicaban los Océanos Pacífico y Atlántico. Luego emerge el macizo volcánico del Norte con gran actividad, depositando gruesas capas de rocas volcánicas y sus detritus, lo que forma la topografía actual (11). †



Fig. Nº 1. Paisaje cercano al Volcán Irazú, después de la erupción de 1963. (Foto: G. Budowski)

Finalmente, como última fase aun activa, se iniciaron las erupciones de cenizas y demás detritus volcánicos (Fig. Nº 1), esparcidos por los vientos predominantes del N.E., sobre todo el Valle Central, y que han formado los fértiles suelos de la zona, entre los cuales



se encuentran, según el "Resources Inventory Center" (48), los siguientes Grandes Grupos de suelos: regosoles, andosoles, litosoles y aluviales que se aprecian en la figura Nº 2.

Entre estos Grandes Grupos de suelos, según Gutiérrez (24), Sáenz (49) y otros, se destacan los tipos de suelos que siguen: Suelos lateríticos pardo rojizos, suelos lateríticos rojizos, suelos fluviolacustres arcillosos y suelos pardos de cenizas y arenas volcánicas.

Fisiografía, hidrografía y clima

Los caracteres que determinan fisiográficamente el Valle Central son los siguientes: La Cordillera Central que cruza el valle de E. a W., tiene su máxima elevación en la línea de Ochozogo a San Ramón con 1.546 m.s.n.m., que junto a la Carpintera forman la divisoria de las aguas, puntos que se aprecian en la figura Nº 3.

En esta forma el Valle Central queda dividido en una porción occidental con 1.731 Km². aproximadamente y una porción oriental con aproximadamente 1.515 Km² (24).

El Valle Central drena por el Río Virilla que al juntarse con el San Ramón, aguas abajo, de la ciudad de Alajuela, forma el río Grande de Tárcoles.

Al oriente, por el Suerre o Reventazón, el cual se forma en Oroquí, de la confluencia de los ríos Grande de Oroquí y Aguacaliente, este último constituye el drenaje del valle de Cartago y recoge las aguas de los ríos Navarro, Estrella, Reventado y otros (11, 40).

El clima del Valle Central de Costa Rica al igual que el resto del país, está calificado básicamente como isotermal, según la influen

Fig. N°3 MAPA HIPSONOMETRICO DEL AREA OBSERVADA Y LIMITES GEOGRAFICOS DEL VALLE CENTRAL DE COSTA RICA (48).

ESCALA 1: 750.000

DIBUJO: EMLIO ORTIZ

LIMITE GEOGRAFICO DEL VALLE CENTRAL (49).

DE 3500 a 4000 m.

3000 a 3500 m.

2500 a 3000 m.

2000 a 2500 m.

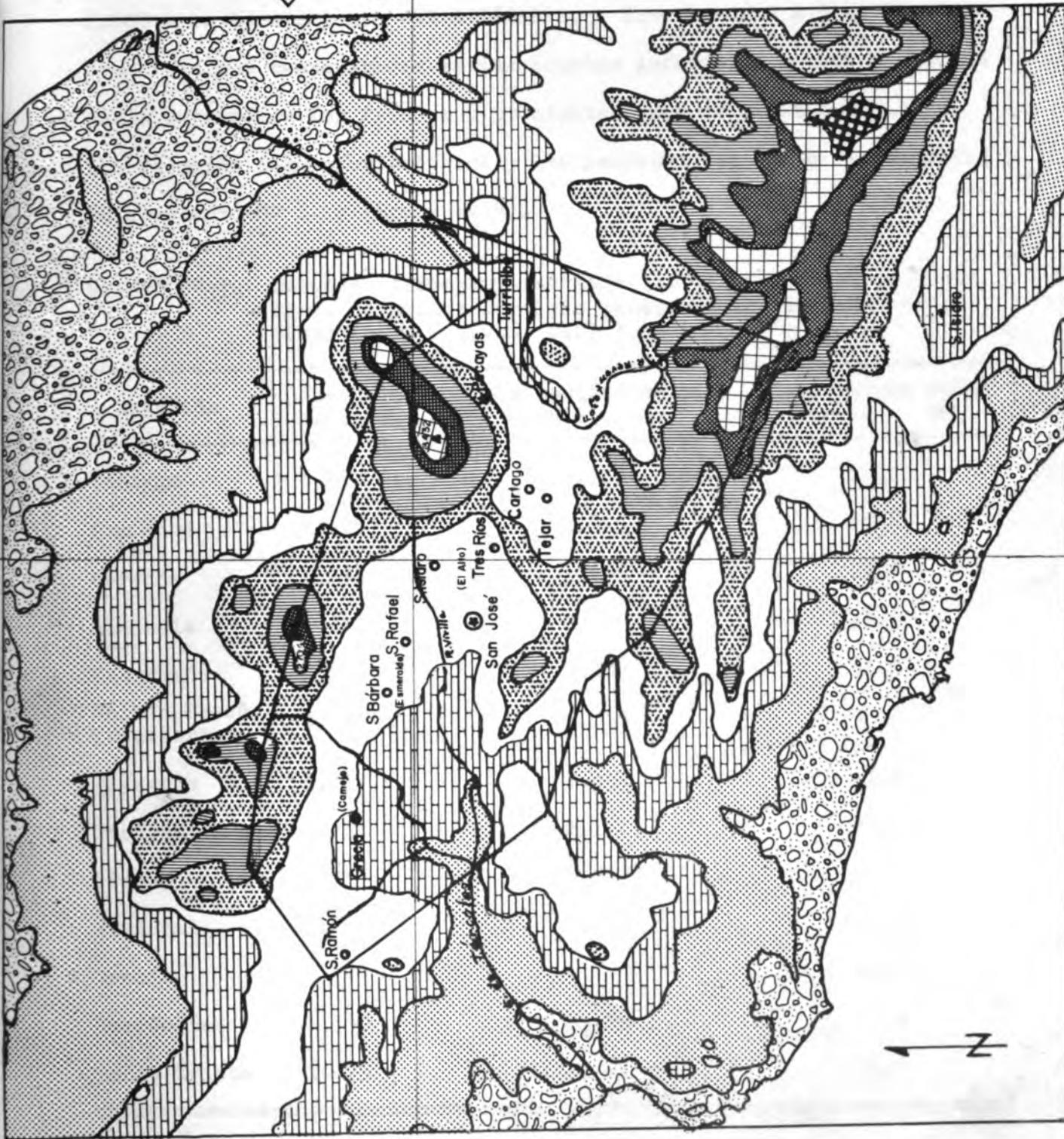
1500 a 2000 m.

1000 a 1500 m.

500 a 1000 m.

100 a 500 m.

DE 0 a 100 m.



cia de la altitud, relieve y cercanía del Ecuador. Así, se presenta una zona templada con temperaturas medias anuales de 14 a 24°C a altitudes de 800 a 2.000 m para la vertiente del Pacífico y de 600 a 2.000 m en la vertiente del Atlántico, y lluvias de 2 a 3 m; y otra zona fría con temperaturas medias anuales inferiores a 14°C y altitud media superior a los 2.000 m y precipitaciones de más o menos 2 m. (La relación termoplumiométrica y las isoyetas del valle, se aprecian en el cuadro N^o 1 y figura N^o 4).

Cuadro N^o 1. Relación termoplumiométrica del Valle Central de Costa Rica. (Fuente: Servicio Meteorológico de Costa Rica; Sáenz (49), e I.C.E. (10)).

Estación	Elevación m.s.n.m.	Pluviosidad media anual mm	Temperatura media anual °C
Cartago	1.433	1.366	18,8
San José	1.174	1.855	20,6
Heredia	1.051	1.996	22,0
Alajuela	941	2.497	22,4
San Ramón	790	2.282	21,9
Volcán Irazú (Sanatorio)	2.337	1.315	15,3
Palmares	1.019	1.852	21,9
Pacayas	1.735	2.162	17,0
Atenas	720	1.654	23,8
Puriscal	1.102	2.289	21,9
Grecia	999	2.180	22,7
Turrúcares	.640	1.775	25,4
Monte Cristo	1.875	4.225	16,5

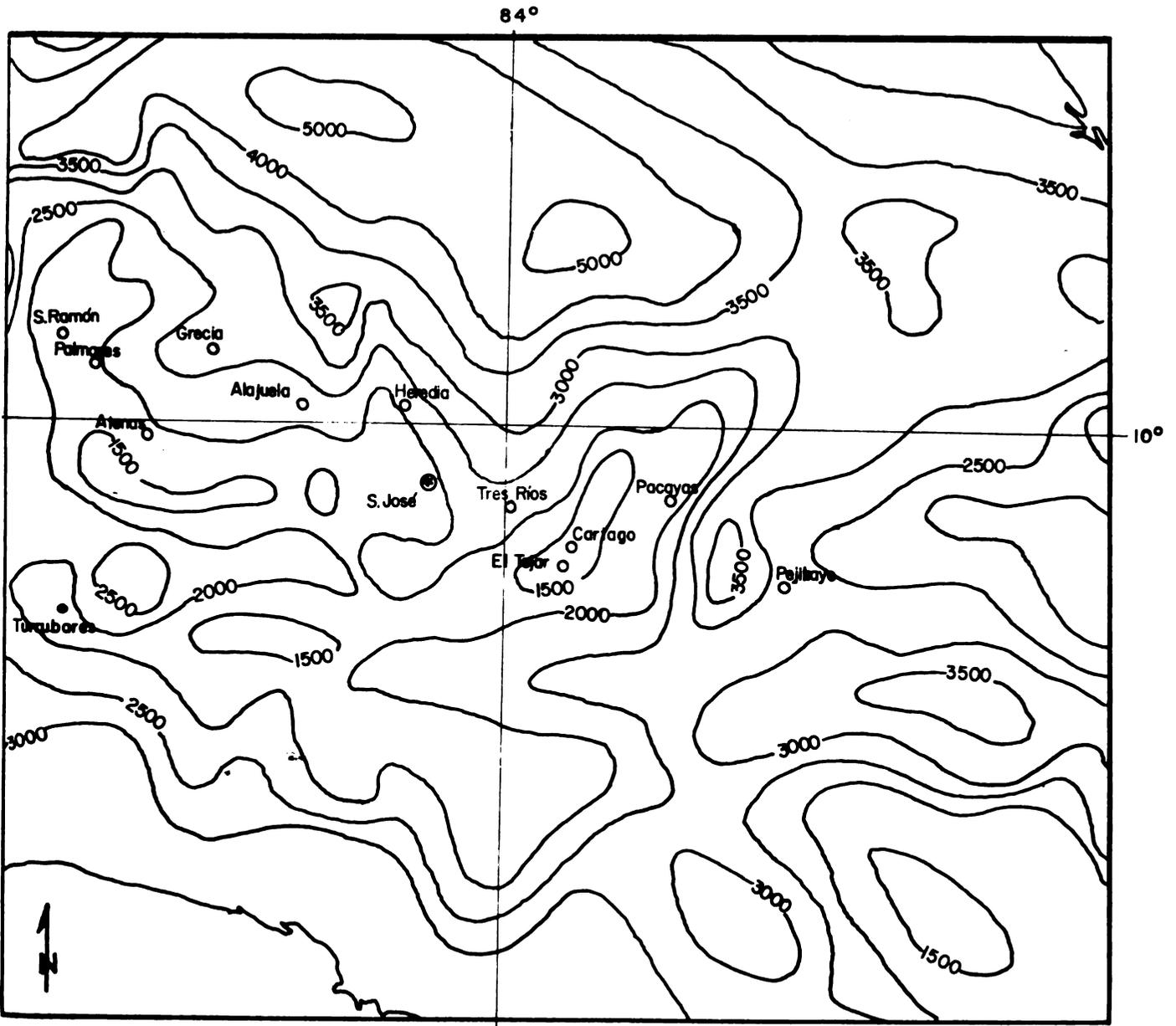


Fig. N° 4 PRECIPITACION MEDIA ANUAL DEL AREA OBSERVADA.
 ESCALA 1:750.000

SEGUN RESOURCES INVENTORY CENTER, CORPS OF ENGINEERS, U.S. ARMY (48).
 DIBUJO: EMILIO ORTIZ

En general el clima del Valle Central es muy complejo, pues aquí se enlazan tipos de clima cuya relación está definida por los efectos de los vientos alisios del N. E. sobre las faldas de la Cordillera Central en el lado Atlántico, y con el clima del Pacífico, influenciado por los vientos monzónicos del N. O., que junto con las variantes del relieve, originan una variedad de sub-tipos climáticos de temperaturas moderadas y un período de sequías leves en los meses de enero a abril (9).

Esto permite clasificar el área en 4 sub-tipos climáticos para la región geográfica del Valle Central, según participen más de la influencia del Atlántico o del Pacífico.

1. Sub-tipo Central que goza de la influencia del Atlántico y del Pacífico.
2. Sub-tipo Central Volcánica Alta influenciado directamente por el Atlántico.
3. Sub-tipo del Valle de Guarco o de Cartago, dominado por el régimen del Atlántico, y
4. Sub-tipo del Valle del Reventazón directamente influenciado por el tipo Atlántico.

El área observada y las zonas propuestas como
factibles de ser reforestadas con ciprés

El Valle Central de Costa Rica, es una región eminentemente productora de café, conjuntamente con la caña de azúcar. En las zonas altas, sobre los 1.500 m se practica la ganadería y en pequeña escala la silvicultura.

Es una zona que a pesar de encontrarse, por lo común, sobre suelos de buena fertilidad y cohesión, presenta áreas erosionadas, (como las de las figuras Nos. 2 y 3 e indicadas en la figura N^o 2 del apéndice 1), como resultado de la deforestación de los lomajes y cerriles del Valle Central (46, 65). Esto, más las características climáticas, edáficas y topográficas contribuyen cada vez más a bajar la fertilidad de los suelos y por consiguiente el abandono de estas áreas por sus ocupantes (33).

En estas áreas se destacan, entre otras, como ejemplos más notorios de erosión y dables de recuperar mediante reforestaciones: la del Río Reventado, en la provincia de Cartago, y la del Cerro Peineta, en la provincia de Heredia, señaladas en la figura N^o 2 del apéndice 1.

Con la descripción de las características más sobresalientes de estas áreas, se pretende contestar en parte, la interrogante de la introducción que dice: Dónde plantarlas o reforestarlas?

Area de la cuenca superior del Río Reventado

La ciudad de Cartago se ve con cierta frecuencia amenazada por avalanchas producidas por las crecidas del Río Reventado, como



Fig. Nº 5. Daños causados por avalancha del Río Reventado el 9 de diciembre de 1963. Obsérvese el ciprés a la izquierda. Foto: M. Genis, 1963.



Fig. Nº 6. Industria de pinturas "Kativo", al fondo, afectada por la avalancha del 9 de diciembre de 1963. Obsérvese los cipreses. Foto: M. Genis, 1963.

consecuencia, en unos casos de las lluvias e inestabilidad del suelo, y en otros por la acción del volcán Irazú.

Estas avalanchas, según informes recolectados por I.C.E. (10) se vienen registrando desde 1724, causando daños en la ciudad y alrededores. Sólo en el año 1963, como resultado de la última erupción del volcán Irazú cuya actividad se prolongó por aproximadamente dos años, se registraron once avenidas, de las cuales la del 9 de diciembre fue la más trágica ya que causó la muerte de 20 personas y produjo grandes destrucciones en toda la zona oeste de la ciudad de Cartago. En las figuras 5 y 6 se puede apreciar parte de los daños causados por las avalanchas de ese año.

Además estas avenidas causaron una socavación en el cauce del río Reventado, que originó la inestabilidad de los taludes adyacentes. Como consecuencia de esto se produjeron los deslizamientos que tienden a acumular en el cauce del río grandes cantidades de materiales que hacen las avenidas posteriores más voluminosas y destructivas. Tales deslizamientos se presentan en las figuras Nos. 7 y 8.



Fig. Nº 7. Deslizamiento de Prusia. Extremo de aguas abajo de la masa inestable. En primer plano, Río Reventado.
Foto: I.C.E., 1963.



Fig. Nº 8. Vista del borde norte de la cuenca superior del Río Reventado, cerca del cerro Sapper. Obsérvese la erosión. Foto: I.C.E., 1963.

La cuenca del Río Reventado abarca más o menos 2.240 hectáreas en sus tres secciones: la superior de 1.410, la media de 730 ha y la inferior de 100 ha. De estas secciones la que presenta mejores aptitudes forestales, por sus características topográficas, edáficas, conservacionistas y económicas, es la superior. Esta sección está constituida por suelos formados de la alteración de las rocas y lavas que el volcán ha expulsado en el pasado. Los diversos grados de alteración y el transporte que han experimentado estos materiales hacen encontrar considerables variedades de características de suelo. Así hay, suelos débiles e inestables, arcillo limosos formados por material de arrastre, rocas, grava y cenizas volcánicas -- como las que se aprecian en la figura 8, -- suelos arcillosos de consistencia suave a media, más profundos y estables que los anteriores.

Las áreas ocupadas por los suelos arcillosos y en parte por los limosos estuvieron ocupados por potreros, árboles y matorrales antes de la última erupción del volcán Irazú y en otras épocas por bosques que abastecieron de madera a la ciudad de Cartago (49).

Desde el punto de vista topográfico la cuenca superior del Río Reventado, según el cuadro Nº 2, presenta un gran porcentaje de terrenos que deben ser reforestados y que deben permanecer bajo bosque como protector de los suelos y retenedor de las arenas sueltas -- obsérvese figura Nº 8 -- que se encuentran en gran parte del área.

Cuadro Nº 2. Clasificación de los terrenos de la cuenca superior del Río Reventado, de acuerdo a la pendiente, según el Informe del Río Reventado de I.C.E. (10).

Tipo de terreno	Pendiente en %	Area en ha	Porcentaje del total
Montañosos	mayor de 25	640	45,4
Lomeríos y cerriles	10 - 25	690	48,9
Ondulados	5 - 10	60	4,3
Plano o casi plano	0 - 5	20	1,4
		<u>1.410</u>	<u>100,0</u>

Area del cerro Peineta

El área denominada cerro Peineta comprende los lugares Alto del Roble, el Gallito, cerro piedra o peineta y otros lugares de la zona alta de la provincia de Heredia, figura N^o 2, todos estos lugares presentan en la actualidad una erosión incipiente-entre los 1.200 y 1.800 m.s.n.m. aproximadamente- en la mayoría del área, caracterizada por el afloramiento del subsuelo rocoso y suelo superficial sin horizontes A ni A/B.

Cabe notar que en algunos lugares de la zona existen algunos cipreses como corta vientos, los que a pesar de las malas condiciones del suelo mantienen buena forma y aspecto general.

La topografía y la falta de vegetación alta constituyen las características principales de la zona. Las que junto al mal uso de la tierra son las causales del estado actual de los suelos (Figura N^o 9).

Fig. N^o 9

Vista de la zona alta de Heredia, denominada Cerro Peineta.

Foto: M. Genis



Otro aspecto notable de estos lugares es el abandono de las fincas por sus ocupantes debido a la baja fertilidad de los suelos.

APENDICE 3

CUESTIONARIO

A. Plantación

1. Fecha de plantación
2. Extensión de la plantación mz. ha.
3. Número de árboles por mz. ha.
4. Plantas: Compradas - Regaladas - colectadas en terreno - o sembradas por semillas colectadas en la finca. Raye lo correcto.
5. Fue necesario replantar? Sí No Qué cantidad aproximadamente?
6. Fue necesario desmalezar durante los primeros años de la plantación? Sí No . Cuántas veces al año?

B. Terreno:

El terreno antes de plantar estaba: con vegetación (alta - mediana - pequeña) o limpio.

Si estaba limpio qué cultivo ocupaba el terreno antes de plantar?

C. Labores

1. Si el terreno no estaba limpio. Cuántos hombres empleó en la limpieza de una ha. o mz.?
2. Cuántos hombres ocupó en plantar una ha. o mz.?
3. Cuántos días demoraron en plantar una ha. o mz. o la plantación total?

D. Intervenciones

1. Ha podado Ud. las plantaciones? Sí No A qué edad?
2. Ha sacado algunos palos de la plantación? Sí No Qué uso le dió. Si los vendió, a que precio vendió la pulgada?
3. Ha usado la madera de ciprés para construcciones? Sí No
Cuál es la mayor dificultad que la madera presenta para este uso?

APENDICE 4



Fig. Nº 10. Grupo de cipreses de Cervantes, Edad 35 años, diámetro medio 67,2 cm. Foto: Bucarey



Fig. Nº 11. Arbol de ciprés del Río la Hoja, Heredia, en faja corta viento. Edad aproximada 40 a 45 años. Foto: Bucarey



**Fig. N^o 12. Fustes de cipreses
Camejo, Grecia
Foto: Bucarey**



**Fig. N^o 13. Plantación de ci-
prés. Tejar, Cartag
go. Foto: Bucarey**



**Fig. N^o 14. Regeneración natural de cipreses en Camejo, Grecia.
Foto: Bucarey**

Cuadro 3. Tabla para cubicación de árboles de ciprés (Cupressus lusitanica Mill.) en pie.

Alturas (m)	Diámetro a la altura del pecho, en cm.						Alturas (m)					
	15	20	25	30	35	40		45	50	55	60	65
5	0,085											
6	0,100											
7	0,112	0,178										
8	0,125	0,200										
9	0,135	0,220	0,325									
10	0,145	0,240	0,350	0,475								
11	0,155	0,260	0,370	0,510	0,710							
12	0,165	0,280	0,385	0,540	0,745	1,060						
13	0,175	0,290	0,400	0,570	0,770	1,105						
14	0,180	0,315	0,415	0,585	0,800	1,150	1,340					
15	0,185	0,330	0,425	0,618	0,820	1,185	1,390	1,640				
16	0,190	0,340	0,430	0,638	0,840	1,220	1,480	1,750	2,275			
17	0,195	0,355	0,440	0,655	0,860	1,240	1,510	1,800	2,345	2,730		
18	0,205	0,365	0,450	0,670	0,875	1,260	1,540	1,840	2,410	2,815	3,415	
19	0,209	0,370	0,455	0,685	0,890	1,290	1,565	1,870	2,465	2,900	3,520	
20	0,210	0,378	0,460	0,695	0,900	1,310	1,580	1,905	2,525	2,975	3,615	
21	0,218	0,382	0,465	0,705	0,915	1,330	1,595	1,930	2,570	3,045	3,700	
22		0,388	0,470	0,715	0,920	1,350	1,610	1,955	2,620	3,105	3,775	
23		0,392	0,473	0,720	0,930	1,370	1,625	1,980	2,670	3,160	3,835	
24			0,475	0,730	0,935	1,380	1,635	2,005	2,710	3,210	3,890	
25			0,477	0,735	0,942	1,400	1,645	2,050	2,745	3,255	3,935	
26			0,480	0,740	0,950	1,410	1,655	2,070	2,775	3,295	3,975	
27				0,745	0,955	1,425	1,660	2,080	2,805	3,330	4,000	
28					0,960	1,440	1,670	2,118	2,825	3,370	4,025	
29						1,450	1,675	2,125	2,845	3,400	4,045	
30							1,680	2,145	2,860	3,445	4,065	
31								2,160	2,875	3,460	4,070	
32									2,885	3,490	4,080	
33									2,895	3,510	4,090	
34										3,530	4,100	
											4,105	

NOTA: La parte enmarcada representa el rango de altura de los árboles que constituyen la masa existente.

Cuadro No 4. Tabla de rendimiento para el Ciprés en clase de sitio II, en Kenya. Según Paterson(43).

	Volumen en metros cúbicos, sobre corteza											
	Raleos					Corta final						
	7	12	17	22	30	35	40	350	153	88		
Edad (años)	7	12	17	22	30	35	400	350	153	88	250	250
Arboles cortados/ha.												
Díámetro medio, con corteza*							R	NR	R	NR	R	NR
7,5 - 15 cms. Pulpa	7,7	30,1	0,35	5,95	0,35	5,95	-	10,50	-	9,10	-	7,70
18 - 20 cms Cajones, postes de cercas	-	25,9	3,50	5,95	3,85	5,95	-	9,10	-	9,10	-	9,10
22 - 28 cms. Cajones, postes telefónicos	-	7,7	22,40	-	21,00	2,10	2,8	29,05	-	22,40	-	22,40
30 - 38 Trozas cortas para aserrar	-	-	11,55	-	11,90	-	47,25	70,00	11,2	18,20	-	18,20
40 - 48 cms. Trozas largas para aserrar durmientes							141,40	43,75	84,00	93,80		
50 - 58 Plywood							18,90	2,10	169,40	16,80		
60 - Plywood							1,75	-	36,40	-		
TOTAL	7,7	63,7	37,8	11,9	37,10	14,00	261,10	164,5	301,0	217,00		
TOTAL	7,7	63,7	49,77	51,10	425,60	518,00						

*R = Raleo

NR = No raleo

APENDICE 7

Cuadro No 5. Tabla de conversión de pie cúbicos a pie tablares, para los rodales de Ciprés. Según adaptación del Forestry Handbook of British Columbia. (59).

Diámetro pulgadas	No p.t.* por pie ³								
5,0	2,20	8,0	3,34	10,2	4,10	13,2	4,90		
5,1	2,24	8,2	3,38	10,3	4,13	13,4	4,91		
5,9	2,60	8,3	3,45	10,8	4,34	13,7	4,93		
6,7	2,73	8,6	3,54	11,2	4,49	14,2	5,17		
6,9	2,98	8,7	3,57	11,4	4,79	15,9	5,43		
7,1	3,01	8,9	3,78	11,7	4,80	16,2	5,53		
7,2	3,08	9,3	3,81	12,1	4,81	17,1	5,71		
7,3	3,09	9,5	3,91	12,4	4,84	17,7	5,86		
7,5	3,16	9,8	4,02	12,5	4,86	18,0	5,88		
7,6	3,17	10,0	4,06	12,9	4,89	24,0	6,49		

* p.t. = Pie tablares

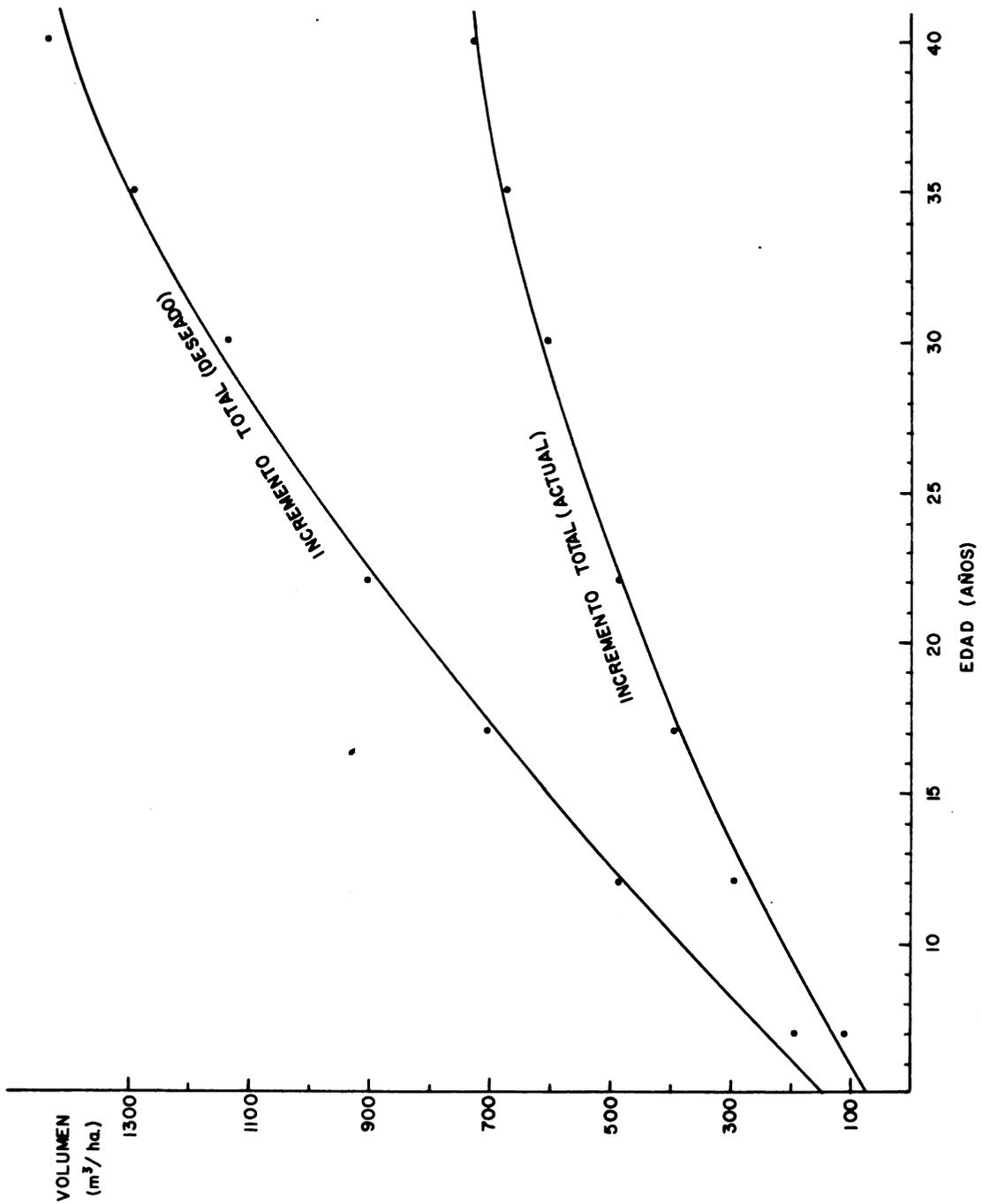


Fig. Nº 15 DESARROLLO TOTAL DE LA MASA EN PINE.

DESENÑO: ENRIQUE ORTIZ

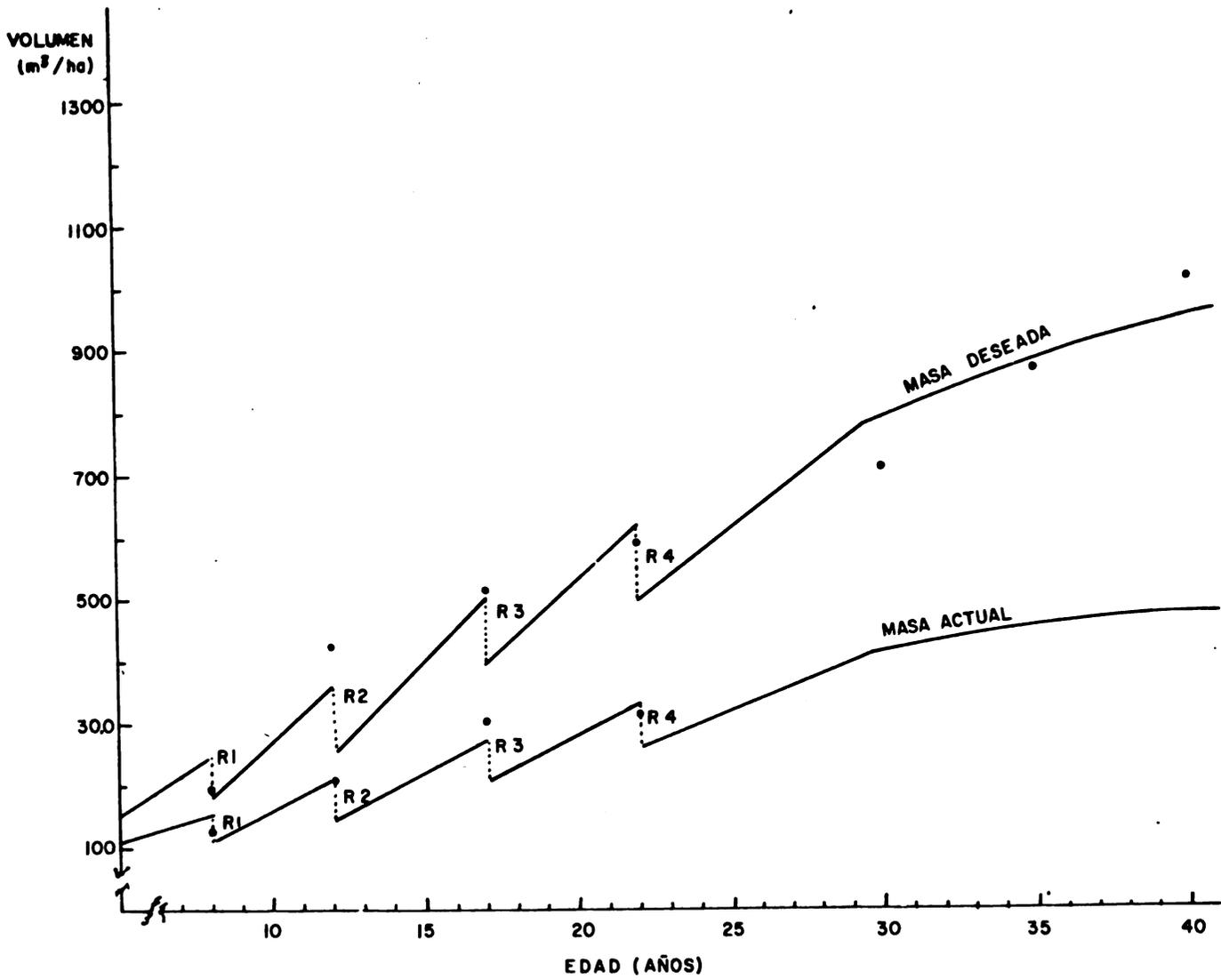


Fig. Nº16 DESARROLLO DE LA MASA EN PIE.

R= Raleos

DIBUJO: EMILIO ORTIZ