

ESTUDIO DEL INCREMENTO VOLUMETRICO DEL CUPRESSUS LUSITANICA MILL.  
EN RELACION A LA EDAD Y AL SITIO

por

Delfin José Goitia Estrada

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas  
Turrialba, Costa Rica  
Diciembre de 1954

ESTUDIO DEL INCREMENTO VOLUMETRICO DEL CUPRESSUS LUSITANICA MILL.,  
EN RELACION A LA EDAD Y AL SITIO

Tesis

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

Magistri Agriculturae

en el

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas

APROBADO:

L. R. Holdridge Consejero

José Vení Comité

[Signature] Comité

Diciembre de 1954

Con inmenso cariño,

a mi esposa y

a mis hijos

## AGRADECIMIENTO

El autor expresa su profundo agradecimiento a su Consejero Dr. Leslie R. Holdridge, por sus valiosas enseñanzas e interés para ayudarlo en la elaboración de este estudio.

Desea manifestar su gratitud al Ingeniero don Carlos Madrid, Director de la Zona Andina del Proyecto 39, quien hizo posible la realización de sus estudios graduados en el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas.

De la misma manera agradece a los Drs. Jorge León y Paulo de Tarso Alvim, miembros de su Comité por la revisión del manuscrito.

Agradece sinceramente al Ingeniero Joseph Tosi, por sus valiosos consejos.

A la Srta. Angelina Martinez sus agradecimientos por la colaboración prestada en la revisión de la literatura.

Reconoce y agradece la colaboración prestada por el Director del Departamento Forestal de Costa Rica Ing. Manuel María San Román y a todo el personal de esa Dirección.

Expresa su gratitud al Dr. Arturo Urquidi M. Rector de la Universidad de Cochabamba, Bolivia, por haberle prestado estímulo en todo momento en la superación de sus estudios forestales.

Manifiesta su agradecimiento al Ing. Carlos Enrique Fernandez por su colaboración. Asimismo agradece al Ing. Mario Gutiérrez J.

## BIOGRAFIA

Delfín José Goitia Estrada, nació en Arani, Cochabamba, Bolivia, el 24 de diciembre de 1925. Hizo sus estudios primarios y secundarios en su ciudad natal.

Ingresó a la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad Mayor de "San Simón" de Cochabamba en 1940, habiendo terminado sus estudios y obteniendo su título de Ingeniero Agrónomo en 1945.

Trabajó desde 1947 como Subdirector del Departamento Forestal y Ayudante de la Cátedra de Dasonomía en la mencionada Facultad de Ciencias Agronómicas. En septiembre de 1953 asistió a un Curso de Dasonomía Tropical auspiciado por la Zona Andina del Proyecto 39, Lima, Perú. Desde enero hasta diciembre de 1954 permaneció en el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Turrialba, Costa Rica, realizando estudios graduados con una beca de la Zona Andina.

## CONTENIDO

	<u>Página</u>
Agradecimiento .....	i
Biografía .....	ii
Tabla de Contenido .....	iii
INTRODUCCION .....	1
REVISION DE LITERATURA .....	3
MATERIALES Y METODOS .....	10
RESULTADOS .....	22
Clasificación del sitio .....	22
Relación entre altura total y D.a.p. ....	22
Relación de los factores edáficos y climáticos .....	23
Incremento volumétrico con relación a la edad y al sitio .....	26
Tabla de volúmenes en pies cúbicos en relación al D.a.p. ....	27
Volumen en pies tablares en relación al D.a.p. ....	31
Incremento comparativo del D.a.p., área basal y volumen en lotes entresacados y sin entresacar .....	31
DISCUSION Y CONCLUSIONES .....	38
Relación entre altura total y D.a.p. ....	38
Relación de los factores edáficos y climáticos .....	39
Incremento volumétrico en relación a la edad y al sitio .....	43
Tabla de volúmenes en pies cúbicos en relación al D.a.p. ....	46
Tabla de volúmenes en pies tablares con relación al D.a.p. para la clase de sitio II .....	46
Incremento comparativo del D.a.p., área basal y volumen en los lotes entresacados y sin entresacar .....	47
RESUMEN .....	49
SUMMARY .....	52
BIBLIOGRAFIA .....	54

## APENDICE

Cuadro  
Gráficos  
Fotografías

### INDICE DE LOS CUADROS

	<u>Página</u>
<u>Cuadro 1.</u> Descripción de los lotes estudiados .....	12
<u>Cuadro 2.</u> Resumen de los promedios de precipitación y temperatura .....	17
<u>Cuadro 3.</u> Clasificación de las clases de sitio, de acuerdo a la relación entre la altura total y D.a.p. ....	22
<u>Cuadro 4.</u> Resultados de la descripción y análisis de los suelos .....	24
<u>Cuadro 5.</u> Clasificación de los sitios forestales correspondientes a las localidades estudiadas, en base a los factores edáficos y climáticos .....	25
<u>Cuadro 6.</u> Cálculos de D.a.p., área basal, volumen de los rodales .....	28
<u>Cuadro 7.</u> Incremento promedio anual por árbol en pies cúbicos para cada clase de sitio .....	29
<u>Cuadro 8.</u> Volumen en pies cúbicos por árbol y por año, deducido de la curva de volúmenes por árbol en relación a la edad para los sitios I y II .....	30
<u>Cuadro 9.</u> Tabla de volúmenes en pies cúbicos en relación al D.a.p., para los sitios I, II y III .....	33
<u>Cuadro 10.</u> D.a.p., longitud total, longitud maderable comercial de 66 árboles medidos en el sitio II .....	34
<u>Cuadro 11.</u> Volumen en pies tablares en relación al D.a.p. para la clase de forma 80. Sitio II ....	35

	<u>Página</u>
<u>Cuadro 12.</u> Volumen en pies tablares para cada clase de D.a.p. ....	36
<u>Cuadro 13.</u> Incremento comparativo de los lotes entresacados y sin entresacar .....	37

## INTRODUCCION

Aunque muy poco se ha estudiado sobre el crecimiento y producción de plantaciones del ciprés mexicano Cupressus lusitánica Mill., su adaptabilidad a una gran diversidad de condiciones de clima y suelo permite que esta especie pueda servir para trabajos de reforestación en muchos países de Centro y Sud América.

Holdridge (17) en su reciente estudio sobre el ciprés mexicano en Costa Rica, menciona que esta especie puede ser cultivada también en las formaciones ecológicas del "montano bajo muy húmedo y húmedo" y las formaciones "subtropical húmedo y muy húmedo", del sistema de clasificación ecológica del mismo autor (16).

En los Andes, grandes extensiones de las formaciones mencionadas que en este momento se encuentran despobladas de bosques y muchas de ellas en proceso de erosión avanzada, podrían ser aprovechadas con plantaciones de esta especie.

En muchos países el ciprés mexicano es cultivado como árbol ornamental únicamente. El poco conocimiento de esta especie hace que su cultivo sea restringido a pequeñas áreas.

Es necesario proporcionar a los interesados en el cultivo de esta especie algunas informaciones sobre su crecimiento en relación a las condiciones edáficas y climáticas que les permita seleccionar convenientemente los sitios más prometedores para su cultivo. También son necesarios los datos de producción, y algunas informaciones sobre el tratamiento de las plantaciones ya establecidas.

Las finalidades del presente estudio son:

1. Encontrar el incremento volumétrico, relacionado con la edad y el sitio, tomando en cuenta en el estudio de este último los factores edáficos y climáticos.
2. Construir tablas de volúmenes provisionales para cada clase de sitio, que puedan servir en el futuro hasta que con mayor información se puedan calcular las tablas de volúmenes definitivas para esta especie.
3. Relacionar los incrementos anuales de los diámetros, áreas basales y volúmenes en parcelas entresacadas y sin entresacar. Los datos obtenidos de estos cálculos comparativos servirán para un planeamiento racional de ordenamiento de estas plantaciones de ciprés.

REVISION DE LITERATURA

Origen, Botánica y Ecología - Martinez (23) menciona que el ciprés mexicano Cupressus lusitánica Mill., fué cultivado en Portugal desde 1756 aproximadamente y descrito taxonómicamente en 1768. Este mismo autor dice que las semillas fueron llevadas por los frailes portugueses de un punto hasta ahora ignorado, y menciona también que algunos autores admiten que fueron llevadas de Goa, Asia, pero que otros sostienen que procedieron de México o de la América Central. Observaciones de Martinez en los ejemplares de Cupressus mexicanos y el ciprés de Bussaco, Portugal prueban que éste último no se encuentra silvestre en México. Otros autores citados por Martinez aunque sin prueba alguna, mencionan que el Cupressus Benthami Endl. descrito en 1847, es el mismo Cupressus lusitánica Mill. o por lo menos una forma o variedad de éste. Finalmente Martinez concluye que no hay prueba plena ni documental que verifique que las semillas que dieron origen al C. lusitánica hayan sido llevadas de México, considerando al C. Benthami Endl. y al C. lusitánica Mill. entidades específicas distintas. Al referirse al C. Lindleyi Klotzsch, Martinez encontró diferencias taxonómicas con el C. lusitánica Mill. cultivado en Bussaco, Portugal, y que el primero de los mencionados se extiende hacia el sud de México y Centro América. Standley (37) participa de la opinión de Martinez e indica que el ciprés que se encuentra en Centro América es el C. Lindleyi Klot.

Distribución - Standley (38, 39) en la Flora de Costa Rica menciona que este ciprés se encuentra comúnmente cultivado en la Meseta

Central, cerca de las ciudades como árbol ornamental y fué descrito erróneamente en este país como Juniperus flaccida Schecht. Al referirse al ciprés en Guatemala dice que es la única especie que se encuentra en forma natural a elevaciones de 2.700 a 3.500 m. Popenoe (29) menciona que esta especie crece abundantemente a elevaciones entre 8.000 y 11.000 pies y la recomienda para la reforestación de las laderas montañosas erosionadas en muchas partes de la América Tropical, como las laderas de las Montañas Azules de Jamaica, sitios montañosos alrededor de Caracas, Venezuela y las laderas altas de Boyacá y Cali de Colombia. Record y Hess (31) mencionan como una de las principales especies de ciprés centroamericano al C. lusitánica Mill., la cual incluye la variedad Benthami Endl. y que se encuentra desde cerca de los 21° de latitud norte hasta la parte sud de las montañas de Guatemala, siendo cultivada en Costa Rica. Holdridge (17, 18, 19) indica que el C. lusitánica Mill. se encuentra en Guatemala en estado natural, en la formación "bosque tropical montano bajo muy húmedo" y es una especie que se presta muy bien a ser cultivada y no es afectada por los insectos ni enfermedades. Este país mencionado tiene alrededor de 105 caballerías de bosques de esta especie. Refiriéndose a Costa Rica, describe que es conocido como el C. lusitánica Mill. aun cuando algunas veces se le llama también C. Benthami, C. lusitánica var. Benthami o C. Lindleyi. los árboles más viejos de esta especie han sido encontrados en la finca Esmeraldas con una edad aproximada de 70 años. En Costa Rica el área equivalente a la distribución natural corresponde a la ocupada por la formación "montano bajo muy húmedo" que está

comprendida entre 1.500 y 2.500 m. de altitud con una precipitación anual de 2.000 y 4.000 mm. Del límite inferior del "montano" se puede extender su siembra hacia abajo inclusive hasta las formaciones "sub-tropical húmedo y muy húmedo". Este mismo autor menciona plantaciones de ciprés C. lusitánica Mill. en la Meseta Interandina del Ecuador a elevaciones de 6.000 a 11.000 pies. Franco (13) discute la introducción y requerimientos silviculturales del Ciprés de Bussaco, Portugal en climas donde la vegetación dominante es el Quercus ruber y el Q. pirenaica.

Crecimiento - En un estudio Holdridge (17, 18) sobre esta especie en Guatemala, finca Santa Elena, menciona que un rodal de 8 años de edad alcanzó un área basal de 141 pies cuadrados con 2.600 árboles por acre. En el mismo lugar, otro rodal de 35 años de edad con 480 árboles alcanzó a tener 323 pies cuadrados de área basal por acre. Los árboles dominantes medían de 80 a 90 pies de altura y con una clase de forma del 80%. El volumen de la madera aserrable en árboles que tenían un D.a.p. de 12" o más, se calculó en 22.300 pies tablares por acre. En otro rodal que tenía 40 años de edad que había sido aserrado por segunda vez, el área basal alcanzó a 270 pies cuadrados por acre y el volumen de los árboles de más de 12" de D.a.p. se calculó en 25.500 pies tablares por acre. El autor menciona otras observaciones en el lugar El Pino cerca de la ciudad de Guatemala que dió un área basal de sólo 42 pies cuadrados por acre a 8 años de edad. El espaciamiento era de 3 x 3 varas y la altura de los árboles de 20 pies. En el mismo sitio en rodales de 14 a 15 años sembrados con una

distancia de 2 x 2 varas habían 1.140 árboles y 130 pies cuadrados de área basal por acre. Refiriéndose a otro estudio de la misma especie en Costa Rica, menciona que en dos lotes medidos en la finca Esmeraldas, cuya edad era de 18 años con 872 y 812 árboles por acre se obtuvo áreas basales de 276 y 277 pies cuadrados respectivamente. Tosi (47) informando de un estudio del crecimiento del ciprés en un lote de ensayo en la localidad de Mata de Plátano, Costa Rica, indica un incremento del D.a.p. de 0.38 pulgadas por año en los árboles que se encuentran dentro del rodal, excluyendo los del borde donde se calculó un incremento de 1.11 pulgs. por año. En la Memoria del Ministerio de Agricultura de Costa Rica (9) se menciona la importancia forestal de esta especie, indicando que mediciones de un rodal de ciprés de 30 años en la localidad de Mata de Plátano dió como resultado el rendimiento de 55.000 pulgs. por manzana equivalente a 31.850 pulgs. por acre, considerando que la pulgada es igual a un pie tablar aproximadamente. Pira (28) menciona que esta especie de ciprés puede ser aprovechada en forma industrial a los 30 años. Popenoe (29) dice que en Guatemala esta especie alcanza alturas de 70 y 80 pies con 5 a 6 pies de diámetro. Standley (39) indica que un árbol de esta especie fué encontrado en Quetzaltenango, Guatemala, que media de 10 a 14 m. de circunferencia. Un informe del Departamento de Uganda (12) indica el incremento en altura del ciprés de 4 a 6 pies por año en un ensayo de plantaciones a 8.000 pies de altitud. Otro informe del Departamento Forestal de Tanganyika (44) menciona que en una plantación de C. lusitánica mezclada con Grevillea robusta se obtuvo un promedio de crecimiento en altura de 2 pies anuales.

Wimbush (48) menciona un estudio de manejo de plantaciones de C. lusitánica en Kenya, donde plantaciones espaciadas de 8 x 8 pies alcanzaron a tener un promedio de D.a.p. de 20 pulgadas a la edad de 35 a 40 años, y con un rendimiento de 8.000 pies cúbicos por acre. Los productos de entresaque intermedios se estimaron en 2.000 pies cúbicos por acre. Un informe sobre Katanga (32) indica que después de un incendio de un bosque de 8 hectareas de C. lusitánica se observó una regeneración profusa de 2.000 plantitas por metro cuadrado, que después de un período largo de sequía alcanzaron en un año una altura de 25 cm. El informe anual de la Estación Experimental Tropical Forestal, Río Piedras, Puerto Rico (30) menciona observaciones sobre el cultivo del ciprés en los diferentes suelos y bosques de la Isla. Así, una plantación de 4 años en Luquillo a 1.800 pies de altitud y 140 pulgs. de precipitación, en suelo profundo y pantanoso alcanzó una altura de 12 pies. En Toro Negro a 3.500 pies de altitud y precipitación de 120 pulgs. un cipresal de 2 años y medio en un suelo llano y rocoso alcanzó una altura de 7 a 12 pies y se encontraba más vigoroso que el eucalipto. En el Bosque de Maricao, en un sitio con suelo laterítico y una elevación de 2.000 pies con 100 pulgs. de precipitación, los árboles empezaron a ganar altura tan pronto fueron sembrados. En Puerto Rico está creciendo en una variedad de condiciones desde el nivel del mar hasta una elevación de 3.500 pies y por lo general en los peores suelos.

Crecimiento del ciprés en relación a los factores del sitio -

Holdridge (17) en su estudio sobre el cultivo del ciprés mexicano en Costa Rica, menciona que esta especie es tolerante a suelos pobres y

hasta puede establecerse satisfactoriamente en suelos muy erosionados. Popenoe (29) indica que esta especie puede crecer en diferentes tipos de suelos, una notable cualidad es que se acomoda muy bien a suelos volcánicos pomez donde otros árboles no pueden crecer. Smeyers (36) menciona que en Itury, Congo Belga, plantaciones de C. lusitánica de 13 años que tienen alturas de 20 a 22 m. y con una circunferencia de 0.90 m. de D.a.p., crecen en suelos gravosos con profundidad de 15 cm., permeables, con bajo porcentaje de materia mineral y agua y un gran porcentaje de material grueso. Abell (1) en Queensland, Australia recomienda la plantación de C. lusitánica tanto sobre suelos arenosos como en suelos duros, en zonas donde la lluvia es superior a 40 pulgs.

Factores de sitio que influyen en el crecimiento de otras especies - Storie y Wieslander (41) describen un sistema de clasificación de sitios forestales sobre la base de los grupos de factores edáficos y climáticos: <sup>dad</sup>textura, profundidad, permeabilidad, alcalinidad, drenaje, escurrimiento superficial y clima; este último sobre la base de la cantidad de precipitación anual únicamente. Este sistema fué empleado para estudios de sitios forestales en Sierra Nevada y Cordillera Costera de California, Estados Unidos, con altitudes de 2.500 a 8.500 pies y una precipitación de 60-70 pulgs. anuales. Este sistema presenta un cuadro de índices de evaluación de los factores de sitio. Tamm (43) en Suiza, menciona que el análisis mecánico y mineralógico del subsuelo en conexión con observaciones cuidadosas del perfil del suelo, pueden ser usados para la clasificación de suelos forestales. Goggans (14) en un estudio de plantaciones de "loblolly pine" en Alabama Estados Unidos,

indica que la profundidad del suelo superficial sobre un subsuelo arcilloso compacto está estrechamente correlacionada con la velocidad del crecimiento de altura. La medida de la profundidad del suelo está descrito como un indicador de la calidad del sitio. Saldarriaga (35) indica la profundidad efectiva como uno de los principales factores en la clasificación de los suelos con fines de utilización. Esta profundidad la define como la profundidad hasta donde pueden penetrar fácilmente las raíces y la diferencia de la profundidad propiamente del suelo que comprende únicamente la capa arable rica en materia orgánica. Tarrant (45) menciona un método sencillo para la clasificación de los sitios forestales sobre la base de los factores: profundidad del suelo, textura del suelo superficial, consistencia del subsuelo, condiciones de materia orgánica superficial, porcentaje de pendiente y exposición. En la evaluación del suelo cada uno de estos factores reciben valores relativos 0 a 3. Coile (7) indica que la profundidad efectiva es la medida del espacio requerido para el crecimiento de las raíces (raicillas) y puede ser la profundidad del suelo propiamente (horizonte A.) o la profundidad hasta la capa menos permeable. Arend (2) en la clasificación del sitio para el cedro rojo de la región de los Ozarks, menciona que la profundidad de los suelos fué el factor principal de crecimiento y que la acidez del suelo tuvo relativamente poca influencia. Lodewick (22) en una investigación sobre la relación entre ciertos factores del clima y el crecimiento del diámetro del "longleaf pine" en Florida, encontró que la temperatura no tuvo efecto sobre la producción de madera y notó una clara relación entre el ancho de los anillos de

crecimiento y la precipitación total anual. Storie y Wieslander (41) mencionan la influencia del clima sobre los bosques en función de la precipitación total anual. Russell (34) referente al perfil del suelo y la profundidad, indica que esta última influencia en el desarrollo de las raíces de los árboles. Bruce (4), Parker (27), Ker (20), y Chapman y Meyer (5), mencionan métodos similares para la clasificación del sitio en relación a la altura total de los árboles dominantes y coodominantes con la edad o el D.a.p. dentro de un rodal.

Cálculo de volumen y tablas de volumen - Los trabajos de los cálculos de volumen de Chapman y Meyer (6), Dilworth (11), Demerritt (10), Kissin (21), Reinke (33) y Nickerson (26), demuestran relativa uniformidad de método en los cálculos de volumen. Cálculos de producción y crecimiento en parcelas entresacadas y sin entresacar de "longleaf" y Loblolly pines" en Urania, Louisiana, es indicado por Chapman (5).

#### MATERIALES Y METODOS

Para el presente estudio se utilizaron mediciones de 19 lotes de diferentes superficies, distribuidos en las formaciones ecológicas del "montano bajo muy húmedo", el subtropical húmedo" y el subtropical muy húmedo", según la descripción de Holdridge (8) en las regiones de la Meseta Central, Valle del Guarco y Valle del General en Costa Rica.

La mayoría de estos lotes se encuentran distribuidos en el área de la Meseta Central.

En años anteriores, nueve de estas parcelas habían sido medidas por los técnicos de la Dirección Forestal en colaboración con los del Proyecto 39 de Cooperación Técnica. Los datos de estas mediciones sirvieron para calcular los incrementos volumétricos en relación a la edad, construcción de las tablas de volúmenes y los cálculos de incrementos anuales en parcelas entresacadas y sin entresacar.

El detalle de la localización de los rodales medidos está presentado en el Cuadro 1.

#### Clasificación del sitio

Para la determinación de la clase de sitio se tomaron en cuenta los siguientes factores: la relación de la altura total de los árboles dominantes dentro el rodal con el D.a.p.<sup>1/</sup> y los factores edáficos y climáticos.

Relación de la altura total - D.a.p. - Para la determinación del sitio por medio de esta relación se tomaron medidas de alturas totales de árboles dominantes correspondiendo a diferentes clases de D.a.p.

El número de árboles medidos por lote fué variable, dependiendo del tamaño de éste. Los árboles dominantes medidos fueron escogidos de aquellos que se encontraban dentro del lote, excluyendo a los que se encontraban en los bordes. El número de árboles en todo el área estudiada fué de 436.

---

<sup>1/</sup> Diámetro a la altura del pecho o sea a 4.5 pies.

Cuadro 1. Descripción de lotes de Ciprés mexicano (*Cupressus lusitánica*) que sirvieron como base al estudio.

No.	Cantid. lote	Localidad	Propietario	Fecha medición	Superf. lote en (acres)	Edad (años)	Alt. de la localidad (metros)	Pendien- te (%)	Exposi- ción	Espacia- miento (metros)	Formación Ecológica	Fecha de me- diciones an- teriores
1	1	Mata de Plátano	F. Jiménez Sucs.	II-54	2	33	1.570	30	N S	3 x 3	Montano-Bajo muy húmedo	Nov. - 1950 Nov. - 1951
2	★ 1	Esmeraldas	Botho Steinvorth	III-54	1/6	7	2.000	34	N S	1 x 1	"	
3	2	Esmeraldas	"	III-54	1/4 c/u	20	2.060	10	N S	2 x 2	"	Marzo- 1951
4	★ 1	Esmeraldas	"	III-54	1/8	30	2.060	28	E O	2 x 2	"	
5	2	Camejo	E. Soley	IV-54	1/4 c/u	16	1.820	35	O E	1 x 1	"	Abril- 1951
6	2	Camejo	"	IV-54	1/4 c/u	20	1.820	35	O E	2 x 2	"	Abril- 1951
7	1	La Paulina	E. Trejos	IV-54	1/2	35	1.200	8	N S	3 x 3	Subtropical húmedo	Dec. - 1950 Dec. - 1951
8	1	El Alto	Min. Agri.	IV-54	1	31	1.440	30	N S	3 x 4	Montano-Bajo muy húmedo	Ene. - 1951 Feb. - 1952
9	★ 1	Gallito (Heredia)	A. González Flores	III-54	1/10	27	1.800	15	N S	2.5x2.5	"	
10	★ 1	Patarrá (Balneario)		IV-54	1/10	17	1.110	20	S N	3.5x3.5	Subtropical húmedo	
11	★ 1	San Ramón (San Isidro del General)	I. Retana	V-54	1/4	21	790	40	E O	2 x 8	Subtropical muy húmedo	
12	★ 1	Tres Ríos	S. Malavasi	IV-54	1/4	26	1.200	1	N S	3 x 4	Subtropical húmedo	
13	★ 1	Finca Municipal (Heredia)		IV-54	1/4	25	1.700	20	N S	3.5x3.5	Montano bajo muy húmedo	
14	★ 1	Finca Municipal (Heredia)		IV-54	1/4	32	1.700	15	O E	8 x 8	"	
15	★ 1	Pacayas (Las Monjas)		V-54	1/6	17	1.760	30	N S	3 x 4	Montano-Bajo muy húmedo	
16	★ 1	Pacayas	González Lahmann	V-54	1/2	50	1.760	25	O E	4 x 4	"	
Total		19										

★ Lotes medidos por primera vez.

Las medidas de las alturas totales en pies, fueron tomadas por medio del clinómetro de "Abney" graduado en porcentajes y las medidas del D.a.p. por medio de una cinta de diámetros en pulgadas; estas últimas medidas se tomaron con aproximación al décimo de pulgada.

Las alturas totales en pies se relacionaron con el D.a.p. en pulgs. por medio de un gráfico de coordenadas rectangulares y seguidamente las diferentes curvas fueron trazadas por las zonas de mayor concentración de puntos.

El método de clasificación del sitio que relaciona alturas totales de árboles dominantes con la edad de los rodales comprendida entre el límite de 50 a 100 años, es mencionado por varios autores (4, 20, 27). Estos mismos autores consideran como buena la clasificación de sitios por medio de la relación de alturas totales de árboles dominantes con el D.a.p., en los casos en que no se dispone de suficientes rodales con diferentes edades. ✓

Relación de los factores edáficos y climáticos - Para la clasificación del sitio por medio de los factores edáficos y climáticos se aprovechó el método empleado por Storie y Wieslader (41) por haber sido utilizado en localidades muy semejantes ecológicamente con el área estudiado en Costa Rica.

Este método proporciona los valores de los índices de evaluación de las clases de sitios en pies y pulgadas, que para ser utilizados en el presente estudio fueron convertidos a valores equivalentes en el sistema métrico decimal a metros y milímetros.

El cuadro del apéndice, da los valores de los índices y la fórmula



de ~~malla~~ <sup>abertura</sup> de 2 mm. (malla 10). Los porcentajes obtenidos, tanto de los materiales finos como de los gruesos, fueron corregidos de acuerdo a las temperaturas tomadas en el momento de las lecturas del hidrómetro en las suspensiones de cada una de las muestras. Los porcentajes corregidos sirvieron para determinar la textura, utilizando el "Triángulo de texturas de la Clasificación Internacional de Suelos" mencionada por González (15).

La determinación del pH se hizo utilizando el potenciómetro de Beckmann, previamente calibrado con una solución de pH 7. Los resultados fueron el promedio de dos determinaciones para cada muestra.

El contenido de materia orgánica de cada muestra, se determinó por un método sencillo mencionado por Tamés (42) basada en la diferencia de peso de 5 gramos de muestra secada al horno a 60°C. hasta un peso constante y luego calcinada. Esta diferencia de peso de la muestra secada y calcinada da como resultado el contenido de materia orgánica. Probablemente este método de análisis no es el aconsejable pero si dió resultados más o menos satisfactorios relacionados con las observaciones de campo. Los resultados obtenidos en el laboratorio, como los tomados en el campo, están ordenados en el Cuadro 4.

Para el dibujo de los perfiles representativos para cada sitio se emplearon los símbolos cartográficos para levantamientos edafológicos del Instituto de Suelos de la Argentina (3).

Factor clima - Storie y Wieslander (41) mencionan la influencia del clima sobre los bosques en función de la precipitación total anual.

Para el estudio de este factor en el presente trabajo se resumieron los datos de precipitaciones mensuales y anuales de cinco años de las Estaciones Meteorológicas de las localidades más próximas a las zonas estudiadas. Estos datos fueron sacados de los boletines trimestrales del Servicio Meteorológico del Ministerio de Agricultura de Costa Rica, de los años comprendidos entre 1948 y 1953; los resúmenes están dados en el Cuadro 2.

#### Incremento volumétrico con relación a la edad y al sitio

Para la determinación del incremento volumétrico se midieron 19 lotes de ciprés en once localidades distintas. Del número total de los lotes mencionados, 9 fueron medidos anteriormente por los técnicos del Departamento Forestal de Costa Rica.

Los datos conseguidos en las mediciones fueron: superficie del lote medido en acres; edad de los árboles obtenida por información de los propietarios o por verificación del número de anillos de crecimiento que se consideraron anuales; las altitudes de las localidades donde se encontraban los rodales en estudio fueron determinadas con altímetro; el espaciamiento de los árboles dentro del lote en metros; el D.a.p. medido por medio de una cinta de diámetro; estas medidas se tomaron hasta la aproximación del décimo de pulgada a una altura de 4.5 pies de la superficie del suelo y el declive del terreno medido con un nivel "Abney" y expresado en porcentaje.

Todos estos datos fueron ordenados y calculados por los métodos aconsejados por Chapman y Meyer (6) y están representados en el Cuadro 6.

Cuadro 2. Resumen de los promedios de precipitación y temperatura media anual de 5 años de observaciones desde 1948 hasta 1953, correspondiente a algunas estaciones más próximas a las localidades estudiadas.\*

Precipitación en mm.

Meses	<u>Estaciones Meteorológicas</u>				
	San José	Coronado	El Alto	Grecia	San Isidro
Enero	3.2	51.5	2.2	1.8	8.3
Febrero	4.9	62.5	14.5	4.8	48.0
Marzo	1.2	10.7	4.6	8.4	15.2
Abril	46.0	46.5	44.9	87.4	128.0
Mayo	254.7	214.9	164.0	354.3	374.6
Junio	297.0	317.7	228.8	330.7	381.2
Julio	287.8	215.1	275.6	501.6	257.6
Agosto	185.9	169.9	167.3	219.4	298.4
Septiembre	438.4	525.7	287.5	605.5	539.2
Octubre	274.4	267.7	371.3	500.1	424.4
Noviembre	93.6	154.9	176.2	161.2	226.3
Diciembre	42.3	41.7	38.6	55.6	130.0
<b>Totales</b>	<b>1,929.4</b>	<b>2,078.8</b>	<b>1,775.5</b>	<b>2,380.8</b>	<b>2,830.2</b>

Temperaturas Medias Anuales C°

Enero	18.6	16.9	18.6	21.3	22.0
Febrero	18.6	16.2	18.4	22.4	22.8
Marzo	19.2	16.1	18.0	23.0	23.1
Abril	21.1	18.6	19.6	23.4	23.6
Mayo	21.6	19.2	19.6	23.6	23.9
Junio	21.4	19.6	19.9	23.2	23.8
Julio	20.8	19.1	20.0	22.8	22.6
Agosto	21.3	19.0	19.6	22.7	23.1
Septiembre	21.6	18.9	19.2	22.8	23.1
Octubre	21.2	19.7	19.1	22.5	22.6
Noviembre	20.4	19.9	19.3	22.3	22.2
Diciembre	20.0	19.8	21.0	22.4	22.1
<b>Promedios</b>	<b>20.4</b>	<b>18.6</b>	<b>19.4</b>	<b>22.7</b>	<b>22.9</b>
<b>Altitud</b>	<b>1,543.</b>	<b>1,420.</b>	<b>1,543.</b>	<b>1,018.</b>	<b>740.</b>

\* Resumido de los Boletines Meteorológicos del Ministerio de Agricultura.

Los cálculos de los datos se hicieron como sigue:

- a. Se calculó el número de árboles por acre y por hectárea, teniendo en cuenta el contenido de árboles por lotes.
- b. Se calculó el área basal por lote, sumando todas las áreas basales en pies cuadrados correspondientes a cada D.a.p. tomadas de las Tablas de Conversión de Munns y otros (25). Con los datos de las áreas basales por lote se calcularon las áreas basales por acre y por hectárea.
- c. Los volúmenes cúbicos por lote fueron calculados multiplicando el área basal correspondiente al lote por la altura promedio de los árboles dominantes del lote y por el factor forma; para este último factor se empleó la fórmula de Kissin (21), cuyo desarrollo es el siguiente:  
$$F = \frac{V}{H \times S}$$
, donde: F = factor forma, V = volumen correspondiente al D.a.p. promedio del lote, deducido de la curva de volúmenes correspondiente a cada sitio que está dado en el Cuadro 9; H = altura promedio del lote y S = área basal correspondiente al D.a.p. promedio del lote.  
Después fueron calculados los volúmenes por acre y por hectárea.
- d. Los volúmenes por árbol se obtuvieron dividiendo el volumen total entre el número de árboles del mismo.
- e. Los resultados obtenidos de volúmenes por árbol se relacionaron con la edad en un sistema de coordenadas

rectangulares y las curvas fueron trazadas a mano libre, una práctica aceptable en trabajos de este tipo.

Tabla de volúmenes en pies cúbicos en relación al D.a.p.

Para la construcción de la tabla de volúmenes en pies cúbicos se tomaron medidas detalladas de 66 árboles en la localidad de Camejo en un rodal de 35 años de edad aproximadamente que se encontraba en explotación, a su vez se utilizaron medidas tomadas por Tosi en la localidad de Mata de Plátano en 1951.

Las medidas tomadas de acuerdo con los autores (6, 10, 11, 26) fueron las siguientes:

- a. Medidas de D.a.p. y el diámetro a 16 pies debajo de la corteza.
- b. Medidas de diámetros cada 4 pies de longitud hasta alcanzar el diámetro mínimo de dos pulgadas; al mismo tiempo de la toma de medidas de diámetro cada 4 pies se midió el grosor de la corteza en cada una de las secciones.
- c. Medidas de la longitud de la altura comercial hasta un diámetro de 10 pulgs.
- d. Longitud del tocón medido en pies.

Con los datos obtenidos en el campo se calcularon:

1. La clase de forma para cada árbol, dividiendo el diámetro debajo de la corteza a los 16 pies entre el D.a.p.
2. El doble del grosor de la corteza fué restado del diámetro medido en cada sección de 4 pies luego con estos diámetros debajo de la corteza se calcularon las áreas basales en pies cuadrados.

3. Se calcularon los volúmenes de cada una de las secciones de 4 pies de longitud, aplicando la fórmula de Smalian:

$$V = \frac{A + B}{2} L$$

4. Estos volúmenes calculados en cada sección fueron sumados para obtener el volumen total del árbol debajo de la corteza medido en pies cúbicos.
5. Los volúmenes calculados para cada árbol se relacionaron con su correspondiente D.a.p. en un sistema de coordenadas rectangulares, trazándose las curvas correspondientes.

Relación entre longitud maderable comercial y D.a.p. - Las medidas tomadas en la localidad de Camejo indicadas en el Cuadro 10, sirvieron para relacionar la longitud maderable de cada árbol con su correspondiente D.a.p., empleando el sistema de coordenadas rectangulares y curva a dibujo libre.

Volumen en pies tablares en relación al D.a.p.

El número de trozas de 16 pies de largo obtenidas de la curva de relación entre longitud maderable comercial con D.a.p. y el promedio de la clase de forma de 66 árboles medidos, sirvieron para calcular los contenidos volumétricos en pies tablares correspondientes a cada clase de D.a.p., empleando las tablas de Mesavage y Girard (24) según la "International  $\frac{1}{4}$  - inch rule" para la clase de forma 80. Luego estos volúmenes obtenidos para cada árbol en pies tablares se relacionaron con su correspondiente D.a.p. en un sistema de coordenadas rectangulares; se trazó la curva que sirvió para deducir los volúmenes en pies tablares para cada clase de D.a.p.

Incremento volumétrico comparativo del D.a.p., área basal y volumen en lotes entresacados y sin entresacar.

Para la comparación de estos incrementos se utilizaron datos de mediciones de cuatro lotes de ensayo con superficie de un cuarto de acre cada uno, que se encontraban en las localidades de Esmeraldas<sup>1/</sup> y Camejo.

Estos lotes de ensayo fueron medidos y calculados por primera vez en 1951 por Holdridge (17).

En la localidad de Esmeraldas se midieron dos lotes dentro de un rodal de 20 años de edad. En uno de los lotes se disminuyó el número de árboles en un 25% por medio de un entresaque, mientras que el otro quedó como testigo (sin entresaque).

En marzo de 1954 estos lotes fueron remedidos, calculándose el D.a.p. promedio por lote y el área basal total de cada uno de los lotes. Estos últimos resultados sirvieron para comparar con los calculados en la primera medición para averiguar los incrementos tanto en el lote entresacado como en el testigo.

Igualmente en 1951, se midieron otros lotes de ensayo en la localidad de Camejo en un rodal de 13 años de edad. El número de árboles en uno de los lotes fué entresacado en un 50% y el otro lote quedó como testigo. Estos mismos lotes fueron remedidos y calculados en abril de 1954, comparando los resultados obtenidos con los de la primera medición, averiguando de este modo los incrementos producidos en tres años, tanto en el lote entresacado como en el testigo.

---

<sup>1/</sup> Localidad cercana a San José de la montaña, cantón de San Rafael, Provincia de Heredia.

## RESULTADOS

### Clasificación del sitio

Relación entre altura total y D.a.p. - El Gráfico 2 representa las curvas de relación entre la altura total y el D.a.p.

Las tres curvas trazadas pertenecen a tres clases de sitios diferentes, con índices de 108, 92 y 76 de altura en pies, correspondientes a un D.a.p. de 19 pulgs. . Estos índices de sitio representan a las clases de sitios I, II y III respectivamente.

Las diferentes localidades estudiadas han sido clasificadas de acuerdo al mayor número de puntos que representan árboles medidos en cada localidad que se agrupan alrededor de cada curva; los resultados están dados en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Clasificación de las clases de sitio, de acuerdo a la relación entre altura total y D.a.p.

<u>Clases de sitio</u>		
<u>I</u> <u>(Índice 108)</u>	<u>II</u> <u>(Índice 92)</u>	<u>III</u> <u>(Índice 76)</u>
Mata de Plátano	Camejo	Finca Municipal
Esmeralda	La Paulina	Gallito
Tres Ríos	Patarrá	San Ramón (San Isidro del General)
Pacayas		

En esta clasificación de sitio no está comprendida la localidad de El Alto, debido a que no se tomaron medidas de alturas totales de árboles dominantes, donde desafortunadamente todos los árboles en años anteriores habían sufrido una poda de los extremos superiores, para ser aprovechados como arbolitos de navidad.

Relación de los factores edáficos y climáticos - Los resultados de los análisis mecánico, pH, materia orgánica y los datos de las observaciones de color, estructura, consistencia, profundidad, drenaje, permeabilidad, alcalinidad, están presentados en el Cuadro 4.

La precipitación total anual de las diferentes localidades próximas a las estudiadas están en el Cuadro 2, en donde se puede ver que todos los promedios de precipitación anual en un período de cinco años, son mayores a 1.150 mm. equivalente al valor máximo del 100%, de acuerdo a la clasificación de sitios forestales de Storie y Wieslander. } *Hacer conexiones*

Sobre la base de los resultados obtenidos del estudio de los factores edáficos y climáticos y utilizando el método de Storie y Wieslander (41), se clasificaron las localidades cuyos resultados están dados en el Cuadro 5.

Los porcentajes obtenidos, presentados en la columna de la clasificación final, sirvieron para agrupar las localidades estudiadas en tres clases de sitios, de acuerdo a los valores indicados en el Cuadro de apéndice.

Cuadro 4. Resultados de la descripción y análisis físico mecánico de los suelos estudiados

No de muestra	Localidad	Textura	Color	Estructura	Consistencia	Profundidad de penetración de raíces en m.	Dre- naje	Permeabi- lidad	Alcali	pH	Mater organ.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Mata de Plátano	Franco-limoso	Café	Pulberulenta	Suelta	más de 2.00	B	Permeable	Ningún	6.2	7.65
2	Esmeraldas	Franco-arenoso	Café	Granular	Suelta	1.50 - 2.00	B	Permeable	"	6.0	9.05
3	Tres Rios	Franco-arenoso	Café Claro	Granular	Suelta	más de 2.00	B	Permeable	"	6.8	4.30
4	Pacayas	Franco-arenoso	Negro	Granular	Suelta	más de 2.00	B	Permeable	"	5.6	10.25
5	Camejo	Franco-arenoso	Negro	Pulberulenta	Suelta	1.00 - 1.50	E	Permeable	"	4.9	12.28
6	La Paulina	Franco-arci- arenoso	Café	Granular	Mediant. compacta	1.50 - 1.70	I	Medianat. permeable	"	7.2	1.10
7	Patarra (Balneario)	Franco-arci.	Gris	Terronzo	Compacta	0.50 - 1.20	I	Pobre	"	6.9	0.50
8	El Alto	Arcillo-arenoso	Café	Granular	Mediant. compacta	1.00 - 1.50	E	Permeable	"	6.0	4.38
9	Finca Municipal (Heredia)	Franco-arenoso	Café	Granular	Suelta	0.60 - 1.00	I	Mediant. permeable	"	6.0	5.25
10	Gallito (Heredia)	Franco-arenoso	Café	Terronzo	Mediant. compacta	0.50 - 1.00	I	Mediant. permeable	"	6.5	8.80
11	San Ramón (San Isidro del Gen.)	Arcilloso	Rojizo	Terronzo	Compacta	0.50 - 1.00	I	Mediant. permeable	"	7.1	1.10

Cuadro 5. Clasificación de sitios forestales correspondientes a las localidades estudiadas, en base a los factores edáficos y climáticos, según el método de Storie y Wieslander\*.

N°	Localidad	Textura	Permea-	Alcali-	Drenaje	Clima	Clasif.	Clase
		profun- didad	bilidad	nidad	escurri- to sup.	precipi- tación	final	sitio
		%	%	%	%	%	%	%
1	Mata de Plátano	100	100	100	100	100	100	I
2	Esmeraldas	100	100	100	100	100	100	I
3	Tres Ríos	100	100	100	100	100	100	I
4	Pacayas	100	100	100	100	100	100	I
5	Camejo	90	100	100	80	100	72	II
6	La Paulina	100	90	100	80	100	72	II
7	El Alto	90	100	100	80	100	72	II
8	Patarrá	80	70	100	80	100	44	III
9	Finca Municipal	70	90	100	80	100	50	III
10	Gallito	50	90	100	80	100	36	III
11	San Ramón	50	90	100	80	100	36	III

\* Los índice de clasificación se encuentran en el Cuadro del Apéndice.

Clase de sitio I, con 100% de índice de clasificación final de sitio y considerado como altamente maderable.

Pertenecen a esta clase de sitio las localidades de Mata de Plátano, Esmeraldas, Tres Ríos y Pacayas. Todos ellos poseen suelos profundos, de textura liviana, permeable, exentas de álcali, con buen drenaje y recibiendo una precipitación mayor de 1.150 mm.

Clase de sitio II, con 72% de índice de clasificación final de sitio y considerado como sitio medianamente maderable.

Pertenecen a esta clase de sitio las localidades de Camejo, La Paulina y El Alto. Todas ellas poseen suelos medianamente profundos permeables o medianamente permeables; con escurrimiento superficial y principios de erosión en Camejo y El Alto y todas ellas exentas de álcali, recibiendo una precipitación mayor a 1.150 mm.

Clase de sitio III, con 36 - 50% de índice de clasificación final de sitio, considerado como sitio bajo maderablemente.

Pertenecen a esta clase de sitio las localidades de Patarrá, Finca Municipal, Gallito y San Ramón. Los suelos en este sitio son poco profundos, entre mediana y pobremente permeables con drenaje imperfecto, exentas de álcali y reciben una precipitación mayor a 1.150 mm.

Con el propósito de ilustrar en forma objetiva el perfil típico de cada clase de sitio, se tomaron los perfiles de las localidades Mata de Plátano, Camejo y Finca Municipal como representativos de las clases de sitio I, II, y III respectivamente; estos perfiles están ilustrados en el Gráfico 1.

Incremento volumétrico en relación a la edad y al sitio

El Cuadro 6 presenta los principales datos y cálculos de los

rodales medidos en las diferentes localidades.

Previamente antes de calcular los datos de las mediciones, los diferentes rodales estudiados se agruparon en tres clases de sitios de acuerdo a los resultados obtenidos por el Sistema de clasificación que relaciona altura total de los árboles dominantes con el D.a.p.

Se incluyó dentro de la clase de sitio II el rodal medido en la localidad de El Alto, como resultado de la clasificación obtenida por el método Storie y Wieslander.

Los volúmenes promedio por árbol calculados fueron utilizados para la construcción de las curvas que relacionan edad con el volumen promedio en pies cúbicos por árbol para los sitios I y II y una curva provisional para la clase de sitio III. Estas curvas están ilustradas en el Gráfico 3. De las curvas anteriores se dedujeron los incrementos anuales que están contenidos en el Cuadro 7 para los sitios I y II. No se dedujeron los datos de incrementos para el sitio III debido a que la curva es provisional y construida con pocos datos. Estas mismas curvas sirvieron para deducir el contenido cúbico por árbol y por edad para los sitios I y II, representados en el Cuadro 8.

Rodales de diez localidades fueron medidos en años anteriores; los resultados de estas mediciones han servido en el presente estudio para determinar los incrementos volumétricos en relación a la edad.

#### Tabla de volúmenes en pies cúbicos en relación al D.a.p.

Los volúmenes en pies cúbicos calculados debajo de la corteza hasta un diámetro mínimo de 2 pulgs. obtenidos de la medidas de 66

Cuadro 6. Cálculo de D.a.p., área basal, volumen de los rodales clasificados dentro las tres clases de sitio

Clase de sitio I

No.	Localidades	Espacia- miento metros	Edad años	Clase forma %	Prom.alt. domint. pies	Prom. D.a.p. pulgs.	No. de árboles			Area basal en pies <sup>2</sup>			Volumen en pies cúbicos				Superf. lote acres
							lote	acre	hectar	lote	acre	hectar.	lote	acre	hectar.	arbol	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	Esmeraldas	1 x 1	7	53	27	2.5	172	2752	6797	6.44	103.01	254.43	92.01	1472.16	3636.08	0.53	1/6
2	Pajayas	3 x 4	17	50	71	9.4	97	582	1437	46.96	281.77	695.97	1667.10	10002.60	24706.42	17.19	1/6
3	Esmeraldas	2 x 2	20	80	50	7.5	218	872	2153	69.39	277.55	685.52	2775.20	11100.80	27418.97	12.73	1/4
4	Esmeraldas	2 x 2	20	80	50	7.2	218	872	2153	69.05	276.18	682.16	2760.00	11040.00	27268.80	12.66	1/4
5	Esmeraldas	2 x 2 <sup>2,3,7A</sup>	23	64	59	8.3	158	632	1561	58.85	235.43	581.43	2354.00	9416.00	23257.52	14.90	oo
6	Esmeraldas	2 x 2	23	67	61	8.5	188	752	1857	73.58	294.33	726.99	2778.37	11113.20	27449.60	14.77	1/4
7	Tres Ríos	3 x 4	26	47	91	8.6	158	632	1561	67.56	270.25	657.52	2761.20	11044.80	27280.65	17.48	1/4
8	Mata de Plátano	3 x 3	30	50	91	12.8	99	396	978	88.42	353.60	873.39	3781.71	15126.68	37362.94	38.20	1/4
9	Mata de Plátano	3 x 3	31	50	94	15.9	406	203	501	598.67	299.33	739.34	27240.50	13620.25	33641.89	67.10	2
10	Mata de Plátano	3 x 3 <sup>1,110</sup>	33	45	106	16.3	406	203	501	617.94	308.97	763.15	29041.30	14520.60	35865.88	71.60	2
						17.2	406	201	501	654.88	327.44	808.75	30543.61	15271.80	37721.34	75.20	2

Clase de sitio II

11	Camejo	1 x 1	13	90	28	3.7	507	2028	5009	45.63	182.52	450.79	1149.84	4599.20	11360.02	2.26	1/4
12	Camejo	1 x 1	13	90	29	3.9	514	2056	2078	50.55	202.19	499.41	1346.31	5385.20	13301.44	2.62	1/4
						5.1	286	1144	2825	40.47	161.91	399.89	1056.24	4224.80	10435.25	3.69	oo
13	Camejo	1 x 1	16	52	49	3.9	507	2028	5009	49.72	198.90	491.28	1266.87	5067.60	12516.97	2.49	1/4
14	Camejo	2 x 2	16	52	51	5.4	286	1144	2825	48.29	193.16	477.08	1280.39	5121.56	12650.35	4.47	1/4
15	Fatarrá	3 x 4	17	52	50	7.1	42	420	1037	12.57	125.71	310.55	326.82	3268.20	8072.45	7.77	1/10
16	Camejo	2.5 x 2.5	18	59	41	6.2	172	688	1699	38.18	152.74	377.24	923.59	3696.00	9129.12	5.40	1/4
17	Camejo	2.5 x 2.5	18	57	42	6.3	190	776	1903	41.99	167.98	414.91	1005.14	4020.40	9939.28	5.30	1/4
18	Camejo	2.5 x 2.5	20	57	48	6.7	153	612	1511	39.90	159.62	394.26	1078.78	4315.20	10658.54	7.05	1/4
19	Camejo <sup>1,846A</sup>	2.5 x 2.5	20	53	55	6.7	183	744	1837	45.37	181.47	448.23	1322.50	5290.00	13066.30	7.22	1/4
20	El Alto	3 x 4	29	40	72	11.6	215	220	543	160.85	160.85	397.29	4631.10	4631.10	11438.82	21.50	1
21	El Alto	3 x 4	30	45	75	12.0	215	220	543	172.88	172.88	427.01	5835.37	5835.37	14413.44	27.10	1
22	Paulina	3 x 3	30	55	71	10.9	189	378	933	122.75	245.49	606.36	4791.43	9582.80	23669.51	25.30	1/2
23	Paulina	3 x 3	31	55	69	11.2	186	372	918	127.67	255.35	630.71	4846.20	9692.40	23940.22	26.06	1/2
24	Al Alto	3 x 4	31	48	78	12.5	209	214	528	181.24	181.24	447.66	6785.61	6785.61	16760.43	32.40	1
25	Paulina	3 x 3	33	57	74	11.8	179	358	884	135.31	270.61	668.41	5706.95	11413.80	28192.08	31.90	1/2

Clase de sitio III

1	San Ramón (San Isidro Gen)	2 x 8	18	32	41	7.6	28	280	692	9.06	90.64	223.88	118.86	1188.60	2935.84	4.24	1/10
2	San Ramón (San Isidro Gen)	2 x 8	21	35	50	8.4	82	328	810	32.11	128.620	317.69	517.61	2070.4	5113.88	6.31	1/4
3	Finca Heredia (Municip.)	3.5 x 3.5	25	50	46	9.6	85	376	929	47.17	188.68	466.01	1084.90	4339.60	10718.81	12.80	1/4
4	Gallito	2.5 x 2.5	27	40	59	10.9	49	490	1210	33.59	335.95	829.79	792.96	7929.60	19586.11	16.20	1/10
5	Finca Heredia (Municip.)	8 x 8	32	38	66	12.8	61	260	642	57.860	231.44	571.66	1452.13	5808.40	14346.74	23.80	1/4

1/ Lotes testigo, sin entresaque

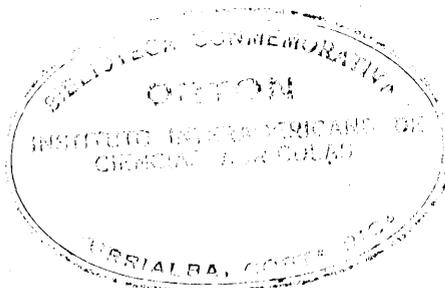
2/ Lotés entresacados

o Cálculos hechos antes que el lote sea entresacado

oo Cálculos hechos después que el lote fué entresacado

Cuadro 7. Incremento promedio anual por árbol en pies cúbicos para cada clase de sitio, deducido de la curva de volúmenes por árbol en relación a la edad, para los sitios I y II

Edad (años)	Incremento anual del volumen por árbol en pies cúbicos	
	SITIO I	SITIO II
7 - 8	0.60	0.40
8 - 9	0.60	0.40
9 - 10	0.60	0.40
10 - 11	0.60	0.40
11 - 12	0.60	0.40
12 - 13	0.60	0.40
13 - 14	0.80	0.50
14 - 15	1.00	0.60
15 - 16	1.00	0.60
16 - 17	1.20	0.90
17 - 18	1.40	0.90
18 - 19	1.80	1.00
19 - 20	2.20	1.00
20 - 21	2.80	1.20
21 - 22	3.00	1.40
22 - 23	3.80	1.40
23 - 24	4.00	1.60
24 - 25	5.00	1.60
25 - 26	7.00	1.60
26 - 27	7.00	2.00
27 - 28	7.00	2.00
28 - 29	7.00	2.40
29 - 30	7.00	2.60
30 - 31	4.00	3.40
31 - 32	2.40	3.60
32 - 33	2.00	4.00
33 - 34	1.60	4.00
34 - 35	1.60	4.00



Cuadro 8. Volumen en pies cúbicos por árbol y por año, deducido de la curva de volumen por árbol en relación a la edad para los sitios I y II<sup>1/</sup>

Edad (años)	V o l u m e n   e n   p i e s   c ú b i c o s	
	SITIO I	SITIO II
6	0.25	0.10
7	0.75	0.25
8	1.20	0.60
9	1.80	0.80
10	2.20	1.20
11	2.80	1.50
12	3.50	1.80
13	4.20	2.20
14	5.00	2.70
15	6.00	3.20
16	7.00	3.80
17	8.20	4.40
18	9.60	5.30
19	11.20	6.20
20	13.00	7.30
21	15.00	8.40
22	17.00	9.80
23	22.00	11.20
24	26.00	12.80
25	32.00	14.40
26	38.00	16.00
27	45.00	18.00
28	52.60	20.00
29	60.00	22.40
30	66.80	25.00
31	71.00	28.40
32	72.20	32.00
33	75.20	36.00
34	76.60	--
35	78.00	--

<sup>1/</sup> Los volúmenes totales sobre la corteza comprenden hasta el diámetro mínimo de 2".

árboles en la clase de sitio II y de 7 en la clase de sitio I, sirvieron para el trazado de las curvas de volúmenes en relación al D.a.p. ilustrados en el Gráfico 4.

Se considera como curva definitiva la trazada para la clase de sitio II y provisionales las curvas para los sitios I y III, debido a que en los dos últimos sitios no se encontraron rodales en explotación para poder obtener las medidas de árboles derribados, que es una condición importante para la construcción de las tablas de volúmenes.

De las curvas trazadas se dedujeron los contenidos cúbicos correspondientes a cada clase de D.a.p. para la construcción de la tabla de volúmenes del Cuadro 9. Esta tabla contiene valores correspondientes a las clases de D.a.p. de 1 a 32 pulgs.

#### Volumen en pies tablares en relación al D.a.p.

Con los datos obtenidos del Cuadro 10 se relacionaron, por medio de coordenadas rectangulares, la longitud maderable comercial y el D.a.p. Así se consiguió trazar la curva del Gráfico 5, y la obtención de los resultados del Cuadro 11, que sirvieron para deducir los resultados de volúmenes en pies tablares correspondientes a cada clase de D.a.p. ordenados en el Cuadro 12. Se podrá observar que la curva del Gráfico 5 comienza a partir de 10 pulgs. de D.a.p., debido a que se consideró este diámetro como diámetro mínimo comercial para las trozas.

#### Incremento comparativo del D.a.p., área basal y volumen en los lotes entresacados y sin entresacar

Los resultados obtenidos de los datos calculados de cuatro lotes de ensayo, en las localidades de Esmeralda y Camejo, están represen-

tados en el Cuadro 13, los que han sido tomados del Cuadro 6 que presenta los datos calculados para las clases de sitio I y II, donde se encuentran las localidades mencionadas.

Cuadro 9. Tabla de volúmenes en pies cúbicos con relación al D.a.p., para los sitios I, II y III, fué deducido de la curva de relación del D.a.p. volumen pies cúbicos.

D.a.p. (pulgs.)	Volumen en pies cúbicos		
	SITIO I <sup>*</sup>	SITIO II <sup>*</sup>	SITIO III <sup>***</sup>
1	1.50	0.50	0.25
2	3.00	1.50	0.50
3	4.00	1.75	0.75
4	6.00	2.50	1.00
5	7.50	3.25	1.75
6	8.75	5.00	2.25
7	11.25	6.25	2.50
8	13.75	7.50	3.75
9	17.50	8.75	5.00
10	20.00	12.00	6.25
11	25.00	15.00	7.50
12	32.50	18.75	9.00
13	37.50	22.50	12.00
14	45.00	27.50	15.00
15	53.00	32.50	18.50
16	62.50	38.50	22.00
17	71.25	45.00	26.00
18	82.50	52.50	32.00
19	92.50	61.00	37.50
20	105.00	70.00	43.75
21	117.50	80.00	51.25
22	130.00	90.00	59.00
23	141.25	101.25	67.50
24	152.00	112.50	76.25
25	161.25	123.25	87.00
26	170.00	134.75	97.00
27	179.00	143.00	106.75
28	186.25	151.25	116.25
29	193.25	158.75	125.00
30	200.00	166.25	134.00
31	205.00	172.50	141.25
32	208.75	177.50	147.50

<sup>\*</sup> Se calculó sobre la base de 66 árboles medidos.

<sup>\*\*</sup> Se calculó sobre la base de 7 árboles medidos.

<sup>\*\*\*</sup> Se calculó en forma provisional en base a las curvas de volúmenes de los sitios I y II.

Cuadro 10. D.a.p. longitud total y longitud maderable comercial de 66 árboles medidos en el sitio II.

D.a.p. (pulg.)	Longitud total (pies)	Longitud maderable comerc. <sup>★</sup> (pies)	D.a.p. (pulg.)	Longitud total (pies)	Longitud maderable comerc. <sup>★</sup> (pies)
9.8	55	--	15.0	70	30
10.1	56	6	15.3	73	28
10.3	57	8	15.4	79	24
10.4	55	8	15.9	79	32
10.6	60	8	16.5	79	32
10.6	60	6	16.6	75	40
11.6	63	8	16.7	79	34
11.6	62	16	16.7	84	32
11.6	59	12	16.7	77	36
11.8	60	16	16.7	75	36
12.0	74	28	16.8	72	30
12.0	60	12	16.8	81	28
12.2	60	20	17.3	81	32
12.4	68	16	17.6	81	36
12.5	69	24	17.7	78	28
12.5	71	16	17.8	80	36
12.8	67	19	18.0	84	32
12.9	66	20	18.2	82	36
13.0	67	18	18.2	83	32
13.4	69	20	18.3	84	36
13.5	68	20	18.3	82	44
13.5	70	20	18.5	86	44
13.5	71	24	18.9	83	48
13.7	69	20	20.0	95	40
13.7	73	16	20.5	92	44
14.0	70	20	21.5	94	48
14.2	64	24	22.1	95	52
14.2	73	32	23.8	99	60
14.5	72	24	24.3	98	64
14.6	75	28	25.2	98	52
14.6	77	24	25.3	108	72
14.6	76	28	26.8	105	68
14.9	76	28	28.3	96	64
15.0	79	28			

★ Hasta el diámetro mínimo de 10 pulgadas.

Cuadro 11. Volumen en pies tablares con relación al D.a.p.\* para la clase de forma 80. Sitio II

D.a.p. (pulgs.)	Nº de trozas de 16 pies	Volumen de pies tablares
11	1/2	24
12	1 1/2	59
13	1	71
14	1 1/2	112
15	1 1/2	132
16	1 3/4	170
17	2	219
18	2 1/4	270
19	2 1/2	332
20	2 1/2	370
21	2 3/4	446
22	3	528
23	3	586
24	3 1/4	676
25	3 1/2	779
26	3 1/2	849
27	3 1/2	925
28	3 3/4	1048
29	3 3/4	1132
30	4	1272
31	4	1376
32	4	1480

\* El número de trozas de 16 pies con una aproximación de 1/4 de troza fué sacado de la curva que relaciona el D.a.p. con la longitud maderable comercial y el volumen se tomó de la Tabla Mesavage y Girald (24).

Quadro 12. Volumen en pies tablares para cada pulgada de D.a.p. deducida de la curva de volumen del Gráfico 6, en el sitio II.

D.a.p. (Pulgs.)	Volumen (pies tablares)
10	10
11	24
12	44
13	70
14	100
15	130
16	174
17	220
18	270
19	330
20	390
21	456
22	520
23	596
24	694
25	750
26	840
27	930
28	1030
29	1134
30	1248
31	1374
32	1540

**Quadro 13.** Incremento comparativo del D.a.p. y área basal y volumen por lote de  $\frac{1}{4}$  de acre, en parcelas entresacadas y testigo (sin entresacar), en los sitios I y II\* en su período de 3 años.

Sitio	Localidad	Edad años	Espact. m.	No árbol	D.a.p.			Área basal			Volumen (pies <sup>3</sup> )			Volumen (pies <sup>3</sup> )			
					árbol pulgs. 6	árbol pulgs. 7	Incr. 8	lote pies <sup>2</sup> 9	lote pies <sup>2</sup> 10	Incr. pies <sup>3</sup> 11	árbol pies <sup>3</sup> 12	Incremento pies <sup>3</sup> 13					
I	Esmeraldas (testigo)	20	2 x 2	218	7.5	69.39	2775.20	12.73									
"	"	23	2 x 2	188	8.5	79.58	2778.37	14.77	3.17	2.04							
	Esmeraldas (entresacado)	20	2 x 2	158	7.2	58.85	2354.00	14.90									
"	"	23	2 x 2	158	8.6	67.56	2761.20	17.48	4.07	2.58							
II	Camejo (testigo)	13	1 x 1	507	3.7	45.63	1149.84	2.26									
"	"	16	1 x 1	507	3.9	49.72	1266.87	2.49	117.03	0.23							
	Camejo (entresacado)	13	2 x 2	286	3.9	40.47	1056.24	3.69									
"	"	16	2 x 2	286	5.4	48.29	1280.39	4.47	224.15	0.78							

\* Estas parcelas fueron medidas: Esmeraldas en marzo de 1951 y marzo de 1954; Camejo en abril de 1951 y abril de 1954.

## DISCUSION Y CONCLUSIONES

### Relación entre altura total y D.a.p.

La relación entre los datos de altura total y D.a.p. de 436 árboles demostró una gran variabilidad, lo que indica la diferencia de crecimiento con respecto a las diferentes localidades. Las curvas trazadas arbitrariamente por las zonas de mayor concentración de puntos, dieron como resultado tres clases de sitios notoriamente diferentes.

Esta forma de clasificación del sitio ha sido adaptada en la mayoría de los estudios forestales y da una pauta más o menos segura de las características del sitio. En Estados Unidos este método es el más generalizado para la clasificación de los sitios forestales, donde se toman como base las alturas alcanzadas por los árboles dominantes de un rodal entre 50 a 100 años de edad. Esta limitación de edad se hace debido a que en este intervalo se considera al rodal dentro del período de maduración. Pero, en el caso de no disponer de rodales suficientes con las edades mencionadas, se puede también utilizar con menos edades lo que proporciona también resultados satisfactorios.

En el presente trabajo no se pudieron relacionar las alturas totales de los árboles dominantes con la edad por que no se disponía de suficiente número de rodales para el estudio. Pero en cambio se podía tomar datos de una gran variabilidad de diámetros de los árboles dominantes dentro los rodales de una misma edad y esto hizo posible la construcción de las curvas que representan a las tres clases de sitios.

Cuando las alturas de los árboles dominantes son relacionados con la edad, se pueden conseguir índices para cada clase de sitio a una edad determinada. En este trabajo se calcularon los índices de sitio sobre un D.a.p. de 19 pulgs. para las tres clases de sitios; este diámetro más o menos corresponde a un diámetro promedio de un rodal de una edad de 40 a 50 años. Esta última forma de calcular los índices de sitio también es aceptable para casos en los que no se dispone de suficientes rodales y de varias edades.

#### Relación de los factores edáficos y climáticos

El método de clasificación de sitios forestales de Storie y Wieslander (41) dió resultados bastante satisfactorios en el presente estudio. Este método fué empleado originalmente en el estudio de sitios forestales de Sierra Costera y Sierra Nevada en California, cuyas altitudes alcanzan a 2.500 pies y 8.500 pies respectivamente y con una precipitación anual de 60 a 70 pulgs. en ambas regiones. El área estudiada en Costa Rica donde se ha empleado éste método tiene altitudes que varían de 2.300 a 6.200 pies y con una precipitación mayor a 60 pulgs., siendo por lo tanto bastante parecida a las zonas en donde Storie y Wieslander realizaron sus estudios.

El análisis de los resultados resumidos en el Cuadro 5, demuestra una diferencia entre las tres clases de sitios. Los valores de clasificación de los factores edáficos y climáticos en la clase de sitio I, son todos máximos o sea de 100%.

Los datos de las localidades clasificadas dentro la clase de

sitio II tienen el mismo valor para el grupo de factores drenaje-escurrecimiento superficial, notándose la variación en los grupos de factores textura-profundidad y permeabilidad.

La localidad de La Paulina tiene un índice de clasificación 90 para el factor permeabilidad y un índice de 80 para drenaje-escurrecimiento superficial, mientras que las localidades de Camejo y El Alto están afectadas por los grupos de factores textura-profundidad y drenaje-escurrecimiento superficial. Esto demuestra que son dos grupos de factores los que afectan las localidades de la clase de sitio II, pero que no son siempre deficiencias en los mismos factores.

Las localidades que pertenecen a la clase de sitio III están afectadas por los tres grupos de factores textura-profundidad, permeabilidad y drenaje-escurrecimiento superficial, teniendo los mismos valores para los factores alcalinidad y precipitación, a pesar de que el factor drenaje-escurrecimiento superficial también tiene el mismo valor para todas estas localidades del sitio III, pero constituye factor limitante que disminuye el porcentaje en la clasificación final de sitio.

Esta influencia cuantitativa de los diferentes grupos de factores ha facilitado la clasificación de las localidades estudiadas dentro de las tres clases de sitios.

Al analizar los resultados de los otros factores de clasificación como la alcalinidad y el clima (precipitación) se ve que tienen el mismo valor para todas las localidades, por consiguiente no constituyen factores de diferenciación entre las clases de sitio.

La diferencia en la clasificación entre las localidades de la clase de sitio I y las localidades de las clases de sitio II y III, provienen de los grupos de factores: textura-profundidad, permeabilidad y drenaje-escurrimiento superficial.

Los factores que diferencian fundamentalmente a los sitios II y III son: Textura-profundidad y permeabilidad, ya que, el grupo de factores drenaje-escurrimiento superficial para ambas clases de sitio tienen el mismo valor de 80% no constituyendo un factor de diferenciación entre las clases de sitio II y III.

Dentro la clase de sitio II es interesante hacer notar principios de erosión que se presentan en las localidades de Camejo y El Alto. Además, en la primera de estas localidades se observó un horizonte de arena pura a 1.5 m. de la superficie que aparentemente limitaba la penetración de las raíces. Dentro la clase de sitio III se ha observado en las localidades de Gallito y Finca Municipal la presencia de un horizonte duro o "hardpan" que impedía la penetración de las raíces.

Smeyers(36) en Itury, Congo Belga; Holdridge (17) en Costa Rica; Popenoe (29) y Abell (1) en Queensland, Australia, están de acuerdo en que los mayores crecimientos de ciprés se producen en suelos profundos, con textura livianas y permeables, pero que estas plantas también pueden vegetar en suelos malos y duros aunque el crecimiento sea más lento.

Al comparar los resultados de la clasificación de sitios por los dos sistemas descritos, se observó que los resultados obtenidos por el método de clasificación de Storie y Wieslander concordaron con los

resultados obtenidos por el sistema de clasificación de la relación entre altura total y D.a.p. en todas las localidades, menos en Patarrá la cual fué clasificada por este último sistema dentro la clase de sitio II y por el método de Storie en la clase de sitio III. Al analizar los datos de clasificación de esta localidad no se pudo llegar a un resultado satisfactorio sobre cuales factores influyeron para su clasificación en distintos sitios. Posiblemente existen otros factores que no han sido estudiados en el presente trabajo, los cuales influyen en el crecimiento de la altura de los árboles a pesar de tener un suelo pesado y poco profundo.

Torres (46), menciona que los suelos de la zona Patarrá tienen un alto porcentaje de calcio lo que permite un aprovechamiento conveniente de los nutrientes por efecto del cambio de bases más acentuado en estos suelos que en los ácidos. Esta condición parece que favoreciera en cierto modo el crecimiento de los árboles. Posiblemente se necesita un mayor estudio al respecto para verificar la efectividad de la acción de este elemento.

Los 2 sistemas de clasificación mencionados son importantes en la determinación de sitios forestales, y se aplican conforme a las necesidades de un determinado estudio. Así, en regiones forestales donde no hay o no se tiene suficiente número de rodales y de diferentes edades para la clasificación por el sistema de relación entre altura total y D.a.p., se puede emplear el método de clasificación de Storie, que clasifica los sitios basándose simplemente en los factores edáficos y climáticos.

### Incremento volumétrico en relación a la edad y al sitio

La obtención de los datos de crecimiento en la especie de ciprés en estudio fué uno de los principales objetivos.

Los análisis de los datos contenidos en el Cuadro 6, permiten apreciar claramente la estrecha relación que existe entre el aumento en volumen con la edad y la clase de sitio.

Los resultados de volúmenes en pies cúbicos por árbol obtenidos en los diferentes sitios permitieron relacionar estos volúmenes con la edad, habiéndose conseguido los resultados de incrementos anuales y volúmenes por árbol correspondientes a cada edad. Estos resultados están indicados en los Cuadros 7 y 8. En estos cuadros no están representados los datos que se refieren al sitio III, por que los datos conseguidos serían insuficientes para el estudio, pero en cambio se podrían sacar algunas conclusiones de incrementos sobre la base de los resultados obtenidos para los sitios I y III.

El análisis de los resultados del Cuadro 7 demuestran que el crecimiento en el sitio I es progresivo con la edad, aumentando en mayor proporción a partir de los 18 a los 30 años, edad en que se nota tendencia a declinar, probablemente debido a la falta de espacio y la consiguiente competencia entre los árboles. El ciprés puede seguir creciendo aún sobre los cien años de edad, y la disminución de crecimiento a la edad de 30 años no quiere decir que la planta ha llegado a su completa madurez, sino más bien necesita entresagues que le permitan seguir el ritmo de crecimiento normal.

El mismo cuadro en la clase de sitio II proporciona datos que

indican crecimiento progresivo hasta los 33 años y a partir de esa edad un crecimiento constante de 4 pies cúbicos anuales hasta la edad de 35 años. Se necesitan más observaciones sobre rodales con edades por encima de ese número de años para poder interpretar en mejor forma el ritmo de crecimiento en la clase de sitio II.

Los resultados del Cuadro 8 demuestran la diferencia de contenidos volumétricos en las clases de sitios I y II, donde los árboles a una misma edad -en el sitio I- resultan con mayor volumen que en el sitio II, en una proporción superior al 100%. Es interesante observar que a partir de la edad de 30 años los volúmenes van disminuyendo en el sitio I y aumentando en el sitio II. Estos datos indican que los rodales comprendidos en la clase de sitio I crecen más rápido con relación a los de la clase de sitio II y por esta razón necesitan también entresaques más tempranos y con mayor frecuencia que este último sitio.

Los datos de crecimiento conseguidos en otros lugares se pueden relacionar con los calculados en el presente estudio. Holdridge (18) en sus estudios del ciprés en Santa Elena, Guatemala, encontró en un rodal de 8 años un área basal de 141 pies cuadrados y 2.600 árboles por acre. Estos resultados tienen mucha semejanza con los obtenidos en Esmeralda, Costa Rica, comprendida dentro la clase de sitio I, donde un rodal de 7 años de edad tenía un área basal de 103 pies cuadrados y 2.752 árboles por acre. Otros datos obtenidos por el mismo autor también en Santa Elena indican que un rodal de 35 años de edad tenía 323 pies cuadrados de área basal con 480 árboles por acre. Estos

datos son comparables con los obtenidos en la localidad de Mata de Plátano, Costa Rica, donde un rodal de 33 años de edad tenía 327 pies cuadrados de área basal y 201 árboles por acre. Las localidades mencionadas tanto en Guatemala como en Costa Rica se encuentran dentro de la formación ecológica del "montano bajo muy húmedo".

Wimbush (48) en Kenya encontró, que un rodal manejado de ciprés de 35 a 40 años de edad tenía un promedio de D.a.p. de 20 pulgs. y un rendimiento de 8.000 pies cúbicos por acre. En la clase de sitio I del presente estudio, se obtuvieron rendimientos de 15.271 pies cúbicos por acre en un rodal de 33 años de edad y cuyo promedio de D.a.p. fué de 17.2 pulgs.

Estas comparaciones de desarrollo demuestran que el crecimiento de esta especie en otros lugares fuera del área de su distribución natural es satisfactorio, demostrando ser factible la utilización de esta especie de ciprés en los trabajos de reforestación en otras regiones.

#### Tabla de volúmenes en pies cúbicos en relación al D.a.p.

Al analizar los resultados de los volúmenes en pies cúbicos correspondiente a cada clase de D.a.p. y en cada clase de sitio, Cuadro 9, se ve una diferencia muy marcada para cada clase de sitio. Se demuestra de esta manera la influencia de los factores de sitio en cuanto al aumento de volúmenes en rodales de la misma edad.

La tabla de volúmenes construída puede ser utilizada con bastante aproximación para calcular los volúmenes totales en los diferentes rodales que se encuentran en sitios de condiciones edáficas y climáticas

similares. Estos volúmenes pueden ser convertidos fácilmente a pies tablares, multiplicando simplemente por 7 cada pie cúbico. El resultado correspondería al volumen comercialmente aprovechable en pies tablares.

Relación entre longitud maderable comercial y D.a.p.- La curva que relaciona la longitud maderable comercial y el D.a.p., basada sobre 66 medidas de árboles en la clase de sitio II, demuestra una mayor concentración de puntos en el intervalo correspondiente de 12 a 18 pulgs. de D.a.p. donde se encontraba el mayor número de árboles.

La curva fué trazada para deducir la longitud maderable, el número de trozas y el contenido de pies tablares correspondiente a cada clase de diámetro. Estos datos representados en el Cuadro 11 sirvieron para trazar la curva de volúmenes en pies tablares con relación al D.a.p.

Tabla de volúmenes en pies tablares con relación al D.a.p. para la clase de sitio II.

El Cuadro 12 y el Gráfico 6 indican los resultados de los volúmenes en pies tablares correspondientes a cada clase de D.a.p. desde las 10 pulgs. hasta las 32 pulgs. Es interesante observar en la curva un ascenso casi vertical sin tendencia a declinar, dándonos el resultado de la existencia de una relación directa entre el D.a.p. y la producción de madera.

La tabla de volúmenes en pies tablares como la curva, pueden ser aplicados a usos comerciales para calcular los volúmenes del ciprés en pie, basándose únicamente en el D.a.p. Su uso sería más conveniente y exacto en localidades similares a los de la clase de sitio II.

Incremento comparativo del D.a.p. área basal y volumen en los lotes entresacados y sin entresacar.

Los resultados obtenidos en la comparación de incrementos en lotes entresacados y sin entresacar están representados en el Cuadro 13, dándonos una idea de la importancia de las prácticas de entresaque en los rodales de ciprés.

Los resultados de las dos localidades, Esmeralda y Camejo, demuestran incrementos apreciables en las parcelas entresacadas en relación a los testigos. Los resultados obtenidos en Esmeralda en un rodal de 23 años de edad indican un incremento de 0.4 pulgs. de D.a.p. en favor del lote entresacado en un período de crecimiento de tres años, con un promedio de 0.46 pulgs. por año, mientras que en el testigo se obtuvo un incremento anual de 0.33 pulgs.

En esta misma localidad la diferencia de incrementos de áreas basales entre el lote entresacado y sin entresacar fué de 4.52 pies cuadrados que representa un aumento de 18.08 pies cuadrados por acre. La diferencia de incrementos de volumen resultó muy alto y posiblemente se debe, por lo menos en parte, a la reducción del número de árboles del lote testigo o sea la muerte de 30 árboles por efecto de la competencia. Para evitar esta fuente de error se calculó la diferencia de crecimiento volumétrico por árbol, resultando una diferencia de 0.54 pies cúbicos en favor del lote entresacado o sea un incremento de 406 pies cúbicos por acre con un rendimiento de 2.842 pies tablares por acre en un período de tres años. Este último resultado se ajusta más a la realidad.

En el análisis de los resultados de los lotes de ensayo en Camejo, se encontró que el incremento del D.a.p. en el lote entresacado fué de 1.3 pulgs. sobre el del lote testigo, equivalente a 0.43 pulgs, anuales. En el testigo hubo un incremento anual apenas de 0.06 pulgs.

El incremento en volumen del lote entresacado en relación al testigo dió como resultado 107 pies cúbicos por lote, con un rendimiento de 2.999 pies tablares por acre en tres años.

Estos resultados obtenidos demuestran la posibilidad de un aumento de producción de madera en los rodales técnicamente manejados, practicando los entresagues oportunos.

RESUMEN

El estudio del crecimiento del Ciprés (Cupressus lusitánica Mill.) relacionado con la edad y el sitio en el área que comprende la Meseta Central, Valle del Guarco y el Valle del General, Costa Rica, dió como resultado la clasificación del área estudiada en tres clases de sitios: I, II y III.

Para la clasificación de los sitios se emplearon dos sistemas de clasificación: el de Storie y Wieslander y el de la relación entre la altura total de los árboles dominantes con el D.a.p. Ambos sistemas resultaron satisfactorios, habiendo coincidido los resultados de la clasificación en la mayoría de las localidades, excepto en Patarrá que fué clasificada en dos diferentes clases de sitio, probablemente debido a la influencia de otros factores no estudiados en el presente trabajo.

Los valores de índices de clasificación obtenidos según el método de Storie resultaron para la clase I igual a 100%; para la clase II igual a 72% y para la clase de sitio III igual a 36 - 50%.

Los índices obtenidos de acuerdo al sistema de clasificación por relación entre altura total y D.a.p., fueron para el sitio I igual a 108 pies, para el sitio II igual a 92 pies y para el sitio III igual a 76 pies; estos índices corresponden a un D.a.p. de 19 pulgs.

Los incrementos volumétricos obtenidos están en relación directa con la clase de sitio; han resultado incrementos para la clase de sitio I en una proporción mayor al 100% sobre los obtenidos para la clase de sitio II, en rodales de una misma edad. En cuanto a los

incrementos volumétricos con relación a la edad se encontró que en la clase de sitio I, a la edad de los 30 años, se nota una pequeña declinación de crecimiento, probablemente debido a la falta de entresaque. No sucede lo mismo en la clase de sitio II en donde el crecimiento continúa en forma normal y probablemente llega a disminuir al alcanzar una edad mayor de 35 años; por consiguiente en el sitio II, el entresaque tiene que efectuarse a mayor edad. No se pudo observar resultados de incrementos para la clase de sitio III, debido a las pocas observaciones realizadas dentro de esta clase de sitio, pero los resultados de los sitios anteriormente mencionados permiten formar juicio sobre los incrementos que pueden obtenerse en la clase de sitio III.

Las tablas de volúmenes obtenidos en pies cúbicos y tablares, sobre la base de 66 árboles medidos en la localidad de Camejo, Costa Rica, clasificada dentro de la clase de sitio II, nos proporcionan resultados de volúmenes para cada clase de D.a.p. hasta las <sup>31.28 cm</sup> 32 pulgs. Estas tablas pueden ser aplicadas en localidades de condiciones ecológicas a la clase de sitio II, con suelos de textura fina, medianamente profundos, buen drenaje, precipitación mayor de 1150 mm. y una altitud de 1800 m., clasificada ecológicamente dentro de la formación "montano bajo muy húmedo". ✓

17011111  
Los resultados de incrementos comparativos en los lotes de 1/4 de acre entresacados y sin entresacar, demuestran que en la localidad de Esmeralda, en un rodal de 23 años de edad, se obtuvieron en un período de crecimiento de tres años, incremento promedio por lote en D.a.p. de 1,00 y 1,40 pulgs. en las parcelas testigo y entresacado,

12.57/m<sup>2</sup>  
1.27 m<sup>2</sup>

respectivamente, y un área basal por lote de 4,19 pies cuadrados en el lote testigo, y 8,71 pies cuadrados en el lote entresacado.

En la localidad de Camejo los resultados obtenidos en otros dos lotes, de ensayo de 16 años de edad en el mismo período de crecimiento fueron los siguientes: 0,2 y 1.5 pulgs. de incremento promedio de D.a.p. en los lotes testigo y entresacado, respectivamente. El incremento del área basal por lote resultó de 117,03 y 224,15 pies cuadrados en los lotes testigo y entresacado, respectivamente.

### SUMMARY

The study of the volumetric growth of Cupressus lusitánica Mill. in relation to age and site was carried out in the Meseta Central, the Guarco Valley, and the General Valley, in Costa Rica, giving as result the classification of the area in three site classes: I, II, and III.

Two methods were used for the classification of the sites: the Storie and Wieslander method and another one based on the relationship between total height and the d.b.h.\* of the dominant trees. Both systems of classification gave the same results with the exception of one locality, Patarrá, that came out classified under two different site classes, probably due to factors not considered in this study.

The indices for the stands obtained by the Storie and Wieslander method were: 100% for the site class I; 72% for the site class II; and 36-50% for the site class III.

By the method that relates total height to d.b.h. the indices obtained were: 108 feet for site class I; 92 feet for site class II; and 76 feet for site class III. These indices correspond to a d.b.h. of 19 inches.

The volumetric indices obtained were highly related to site class. Increments for site class I resulted in a proportion higher than 100% above those obtained for site class II in stands of the same age. With respect to the volumetric increments in relation to age, it was observed that in the site class I, at the age of 30 years, a small

---

\* Diameter at breast height

reduction in growth occurs, due probably to the lack of thinning. In site class II the growth continues at the regular rate even after 35 years. It was not feasible to determine volume growth in site class III due to the small number of observations made within this class. However, with the data obtained for site classes I and II, it is possible to have an approximate of the volume growth that could be expected in site class III.

Volume tables were constructed on the basis of 66 trees measured in a locality at Camejo, Costa Rica, which was located in a site class II. These tables give volume for d.b.h. up to 32 inches. The tables can be used in any locality with ecological conditions similar to those given for the site class II, that is, fine textures and fairly deep soils, with a good drainage, 1150 mm. of annual precipitation and an altitude of 1800 m., classified within the ecological formation known as "lower montane wet forest".

In comparing the volume increments of two plots of  $\frac{1}{4}$  of an acre each, in the locality of Esmeralda, one of which had been thinned out and the other had not, it was found, in a period of three years, an average d.b.h. growth of 1 inch for the control plot whereas the thinned out plot gave an average increase (d.b.h.) of 1.4 inches. This, in terms of basal area, represents 4.19 and 8.71 square feet for the control and the unthinned plots, respectively.

Similar observations were made at the locality of Camejo on a 16 years old stand. Here the increments were 0.2 and 1.5 inches for d.b.h. and 117.03 and 224.15 square feet for basal area for the control

and the unthinned plots respectively. These later data correspond also to a three years period of growth.

LITERATURA CITADA

1. ABELL, T. Shade trees and windbreaks on the pig farm. Queensland Agricultural Journal 65(1):74-84. July 1947.
2. AREND, J. L. & COLLINS, R. F. A site classification for eastern red cedar in the Ozarks. Soil Science Society of America. Proceedings 13:510-511. 1948. Pub. 1949.
3. ARGENTINA. INSTITUTO DE SUELOS Y AGROTECNIA. Nuevos símbolos cartográficos para levantamientos edafológicos. Caracas Editorial Elité, 1946. 19 p. (Publicaciones del Comité Ejecutivo de la Tercera Conferencia Interamericana de Agricultura, 1946. Cuadernos verdes, Serie Internacional no. 10).
4. BRUCE, DONALD. A method for preparing timber-yield tables. Journal of Agricultural Research 32(6):543-557. Mar. 15, 1926.
5. CHAPMAN, H. H. Effects of thinning on yields of forest-grown Longleaf and Loblolly pines at Urania, La. Journal of Forestry 51(1):16-26. Jan. 1953.
6. \_\_\_\_\_ & MEYER, W. H. Forest mensuration. New York, McGraw-Hill Book Co., 1949. 522 p. (American Forestry Series).
7. COILE, T. S. Soil and the growth of forests. Advances in Agronomy 4:329-298. 1952.
8. COSTA RICA. DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA Y CENSOS. Atlas estadístico de Costa Rica. San José, Casa Gráfica, 1953. 114 p.
9. \_\_\_\_\_ MINISTERIO DE AGRICULTURA E INDUSTRIAS. Memoria correspondiente al año 1950 presentada a la Asamblea Legislativa por el Ministro ... Claudio A. Volio. San José, C. R., 1951. pp. 243-250.
10. DEMERITT, D. B. & McINTYRE, A. C. A simple method of constructing tree volume tables. Journal of Agricultural Research 44(6):529-539. Mar. 15, 1932.
11. DILWORTH, J. R. . A local volume table for white oak. Journal of Forestry 38(8):660-661. Aug. 1940.

12. EXOTIC soft-woods in Uganda. In Uganda. Forest Department. Report, 1947. 1948. pp. 24-25. (Original not available for examination; abstracted in Forestry Abstracts 10(3):314. Mar. 1949).
13. FRANCO, J. M. A. P. DO AMARAL. De l'expansion culturale du cyprès de Bucaco en Portugal. (Expanding the cultivation of Cupressus lusitanica in Portugal). Congrès International de Géographie, 16th., Lisbonne, 1949. Compte para consultar; compendizado en Forestry Abstracts 13(5):487 Oct. 1952).
14. GOGGANS, J. F. Topsoil and pine trees in Alabama's Piedmont. Alabama Agricultural Experiment Station Leaflet n. 31. 1951. 5 p. (Original not available for examination; abstracted in Forestry Abstracts 14(1):81 Jan. 1953).
15. GONZALES GALLARDO, A. Introducción al estudio de los suelos. México, D. F.; Banco Nacional de Crédito Agrícola, 1941. 484 p.
16. HOLDRIDGE, L. R. Determination of world plant formations from simple climatic data. Science 105(2727):367-368. 1947.
17. \_\_\_\_\_, El ciprés mexicano (Cupressus lusitanica Mill.) en Costa Rica. Costa Rica, Ministerio de Agricultura e Industrias, Boletín Técnico no. 12. 1953. 31 p.
18. \_\_\_\_\_, LAMB, F. B. & MASON, B. Los bosques de Guatemala, informe general de silvicultura, manejo y posibilidades industriales de los recursos forestales de Guatemala. Preparado por el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas y el Instituto de Fomento de la Producción de Guatemala. Turrialba, Costa Rica, 1950. 174 p. (Publicaciones del INFOP)
19. \_\_\_\_\_ & OTHERS. The forests of western and central Ecuador. Washington; D. C., U. S. Department of Agriculture, Forest Service, 1947. 134 p.
20. KER, J. W. An evaluation of several methods of estimating site index of immature stands. Forestry Chronicle 28(3):63-74. 1952. (Original not available for examination; abstracted in Forestry Abstracts 14(2):193. April 1953).
21. KISSIN, I. Crescimento e producao do pinheiro brasileiro. Brasil. Instituto Nacional do Pinho. Anuario Brasileiro de Economia Florestal 3(3):429-477. 1950.

22. LODEWICK, J. E. Effect of certain climatic factors on the diameter growth of Longleaf pine in western Florida. *Journal of Agricultural Research* 41(5):349-363. Sept. 1, 1930.
23. MARTINEZ, MAXIMINO. *Las pináceas mexicanas*. México, D. F., Secretaría de Agricultura y Ganadería, Subsecretaría de Recursos Forestales y de Caza, 1953. 362 p.
24. MESA VAGE, G. & GIRARD, J. W. Tables for estimating board-foot volumen of timber. Washington, D. C., U. S. Department of Agriculture, Forest Service, 1946. 94 p.
25. MUNNS, E. N., HOERNER, T. G. & CLEMENTS, V. A. Converting factors and tables of equivalents used in forestry. U. S. Department of Agriculture Miscellaneous Publication no. 225, rev. 1947. 48 p.
26. NICKERSON, D. E. A method for preparing local volume tables. *Forestry Chronicle* 15:228-232. 1939. (Original not available for examination; abstracted in *Forestry Abstracts* 1(4):299. 1940).
27. PARKER, H. A. Dominant height and average diameter as a measure of site in untreated even-aged Lodgepole pine stands. Canada. Dominion Forest Service, Silvicultural Research Note n. 72. 1942. 19 p. (Original not available for examination; abstracted in *Forestry Abstracts* 4(3):197. 1943).
28. PIRA, G., Guatemala, C. A. Información sobre el ciprés mexicano en Guatemala. Comunicación personal. 1954.
29. POPENOE, WILSON. Cupressus benthami: a neglected opportunity? *Tropical Woods* no. 65:1-4. 1941.
30. PUERTO RICO. TROPICAL FOREST EXPERIMENT STATION. Thirteenth annual report. *Caribbean Forester* 14(1-2):1-33. Jan.-April 1953.
31. RECORD, S. J. & HESS, R. W. *Timbers of the new world*. New Haven, Yale University Press, 1943. 640 p.
32. REGENERATION naturelle de peuplements exotiques. (natural regeneration of exotic stands). *Rapp. Com. Spec. Katanga*, 1952. 1953. 60 p. (Original not available for examination; abstracted in *Forestry Abstracts* 15(2):164 April 1954).

33. REINKE, L. H. A modification of Bruce's method of preparing timber-yield tables. *Journal of Agricultural Research* 35(9):843-856. Nov. 1, 1927.
34. RUSSELL, E. J. Condiciones del suelo y crecimiento de las plantas. Versión española según la sexta edición inglesa por S. E. García y Subero. Madrid, Editorial Poblet, 1943. 546 p.
35. SALDARRIAGA VILLA, M. Profundidad efectiva de los suelos. *Agricultura Tropical (Colombia)* 10(1):47-49. Enero 1954.
36. SMEYERS, FRANZ. Note sur quelques peuplements artificiels de l'Ituri. *Bulletin Agricole du Congo Belge* 40(9L):703-716. Mar. 1949.
37. STANDLEY, PAUL C. El ciprés centroamericano. *Ceiba (Honduras)* 1(3):180-185. 1950
38. \_\_\_\_\_, Flora of Costa Rica. Chicago, Field Museum of Natural History, 1937. Pt. 1, p. 65. (Botanical Series vol. 18, pt. 1. Publication no. 391).
39. \_\_\_\_\_ Notes on some Guatemalan trees. *Tropical Woods* no. 84:1-18. 1945.
40. \_\_\_\_\_ Trees and shrubs of Mexico (Bignoniaceae - Asteraceae). Washington, D. C., U. S. Government Printing Office, 1926. p. 1644. (Smithsonian Institution. U. S. National Herbarium. Contributions vol. 23, pt. 5.)
41. STORIE, R. E. & WIESLANDER, A. E. Rating soils for timber sites. *Soil Science Society of America. Proceedings* 13:499-509. 1948. Pub. 1949.
42. TAMES ALARCON, C. Métodos físicos y químicos de laboratorio, para el estudio de los suelos y de las tierras de cultivo. Madrid, Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas, 1945. 439 p.
43. TAMM, OLOF. Principles of classification of forest sites in Sweden by examination of the soil. In *International Congress of Soil Science, 4th., Amsterdam, 1950. Transactions. Groningen (Netherlands), Hoitsema Brothers, 1951?* vol. 1, pp. 364-367.

44. TANGANYIKA TERRITORY. FOREST DEPARTMENT. Twenty-third annual report ... for the year ended 31st. December, 1943. Dar es Salaam, Government Printer, 1944. 12 p. (Original not available for examination; abstracted in Forestry Abstracts 7(2):177. 1945).
45. TARRANT, ROBERT F. A preplanting forest soil survey. Journal of Forestry 48(2):104-105. Feb. 1950.
46. TORRES, J. A., San José, Costa Rica. Influencia de las cenizas volcánicas en la fertilidad de los suelos. Comunicación personal. 1954.
47. TOSI, J. A. Growth studies in Cupressus lusitanica. Unpublished project report. Turrialba, C. R., Inter-American Institute of Agricultural Sciences, Technical Cooperation Program, Northern Zone, 1952. 4 p. (typewritten)
48. WIMBUSH, S. H. The management of cypress plantations in Kenya. Kenya Forest Department Pamphlet no. 11. 1945. 31 p. (Original not available for examination; abstracted in Forestry Abstracts 7(4):445. 1946.)

A P E N D I C E

Cuadro 1. Índices de clasificación de sitios forestales con base a factores edáficos y climáticos (Storie y Wieslander)\*

<b>Factor A: <u>Textura y profundidad</u></b>		<b>Clasificación</b>	
		%	
Sobre	1.80 metros .....	100	
	1.50 - 1.80 " .....	90 - 100	
	1.20 - 1.50 " .....	80 - 90	
	0.90 - 1.20 " .....	70 - 80	
	0.60 - 0.90 " .....	50 - 70	
	0.30 - 0.60 " .....	30 - 50	
	0.00 - 0.30 " .....	0 - 30	
<b>Factor B: <u>Permeabilidad</u></b>			
Perfiles permeables .....		100	
Perfiles medianamente permeables ..		80 - 90	
Perfiles pobremente permeables ....		30 - 70	
<b>Factor C: <u>Químico (Alcalinidad y salinidad)</u></b>			
No afectado .....		100	
Efecto pequeño .....		80 - 90	
Efecto moderado .....		20 - 80	
Efecto fuerte .....		0 - 20	
<b>Factor D: <u>Drenaje y escurrimiento</u></b>			<b>Simb.</b>
Buen drenaje .....		100	B
Excesivo escurrimiento .....		80 - 95	E
Drenaje imperfecto .....		40 - 80	I
Drenaje pobre .....		10 - 40	P
<b>Factor E: <u>Clima (Precipitación total anual)</u></b>			
1150 mm. ....		100	
1000 " .....		95	
900 " .....		90	
760 " .....		50 - 60	
630 " .....		20	

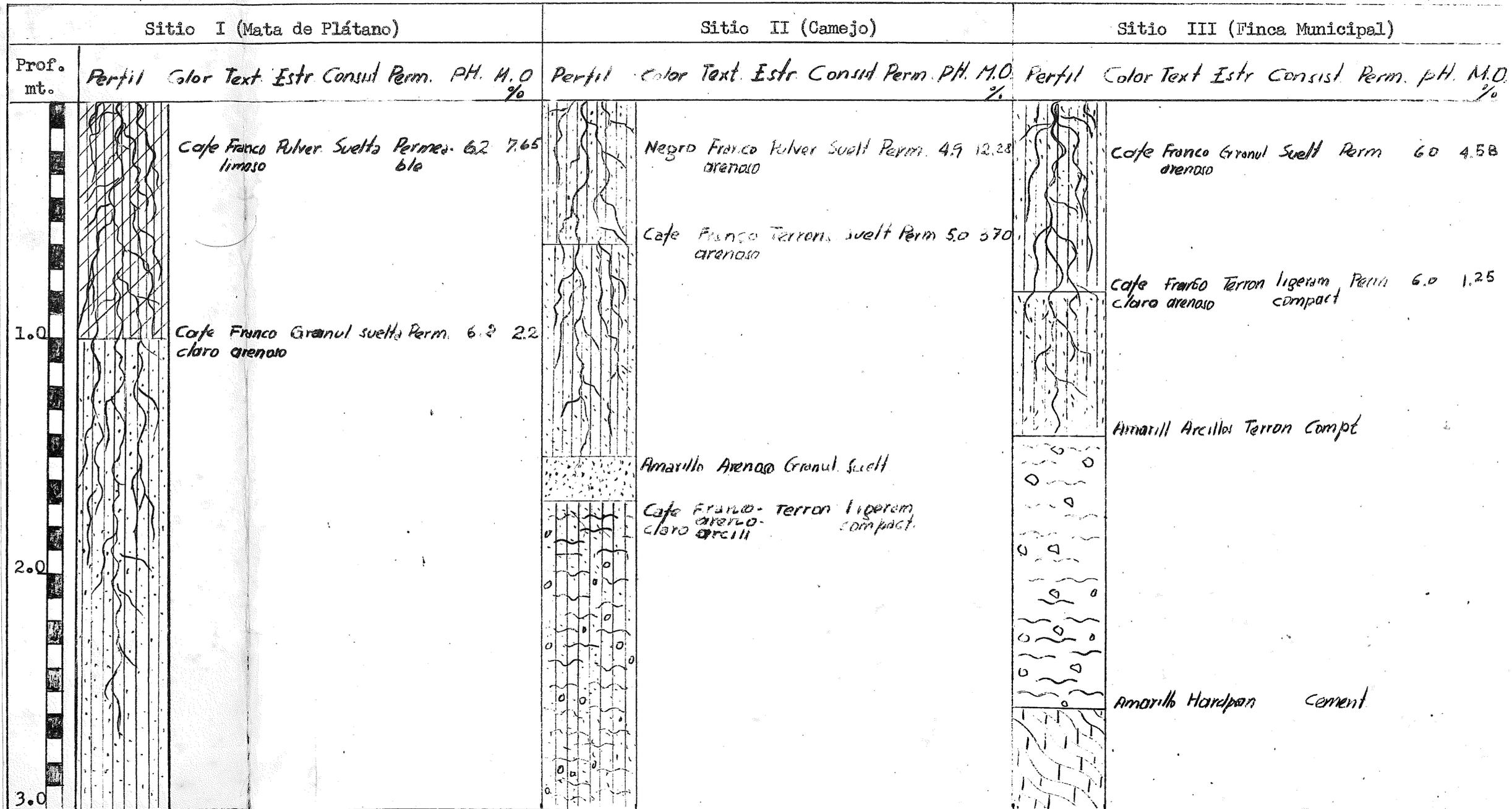
Formula: Clase de sitio % = A x B x C x D x E

Índice de Clasificación Final de Sitio

%	Clasificación	Símbolo
75 - 100	Alto	I
50 - 75	Mediano	II
30 - 50	Bajo	III
0 - 30	No maderable	-

\* Los valores de estos índices están dados en el original en pies y pulgadas, para su utilización fueron transformados a metros y milímetros.

Gráfico 1.- Representación de perfiles tipo que caracterizan cada sitio



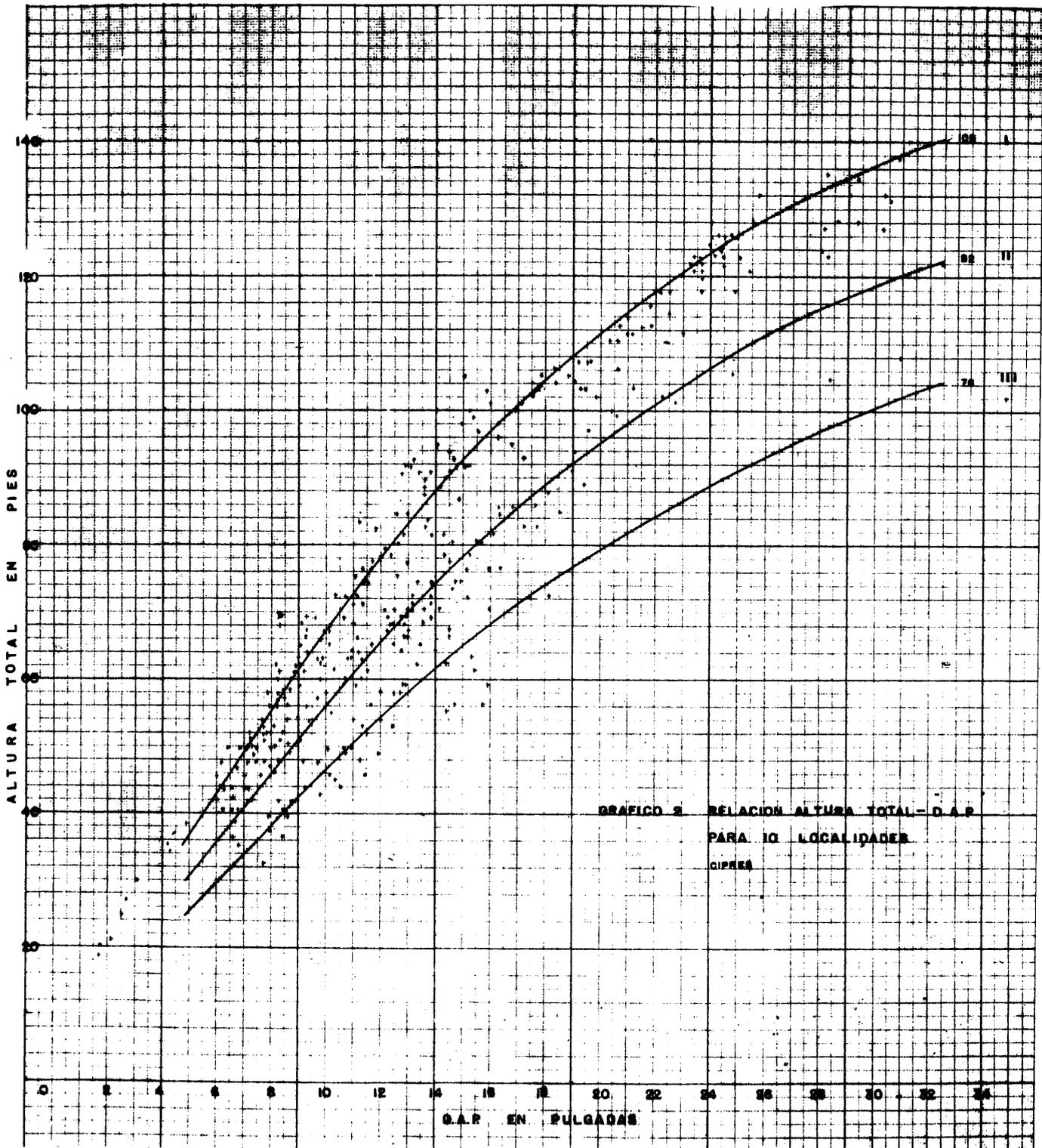


GRAFICO 3. RELACION VOLUMEN POR ARBOL-EDAD  
CIPRES

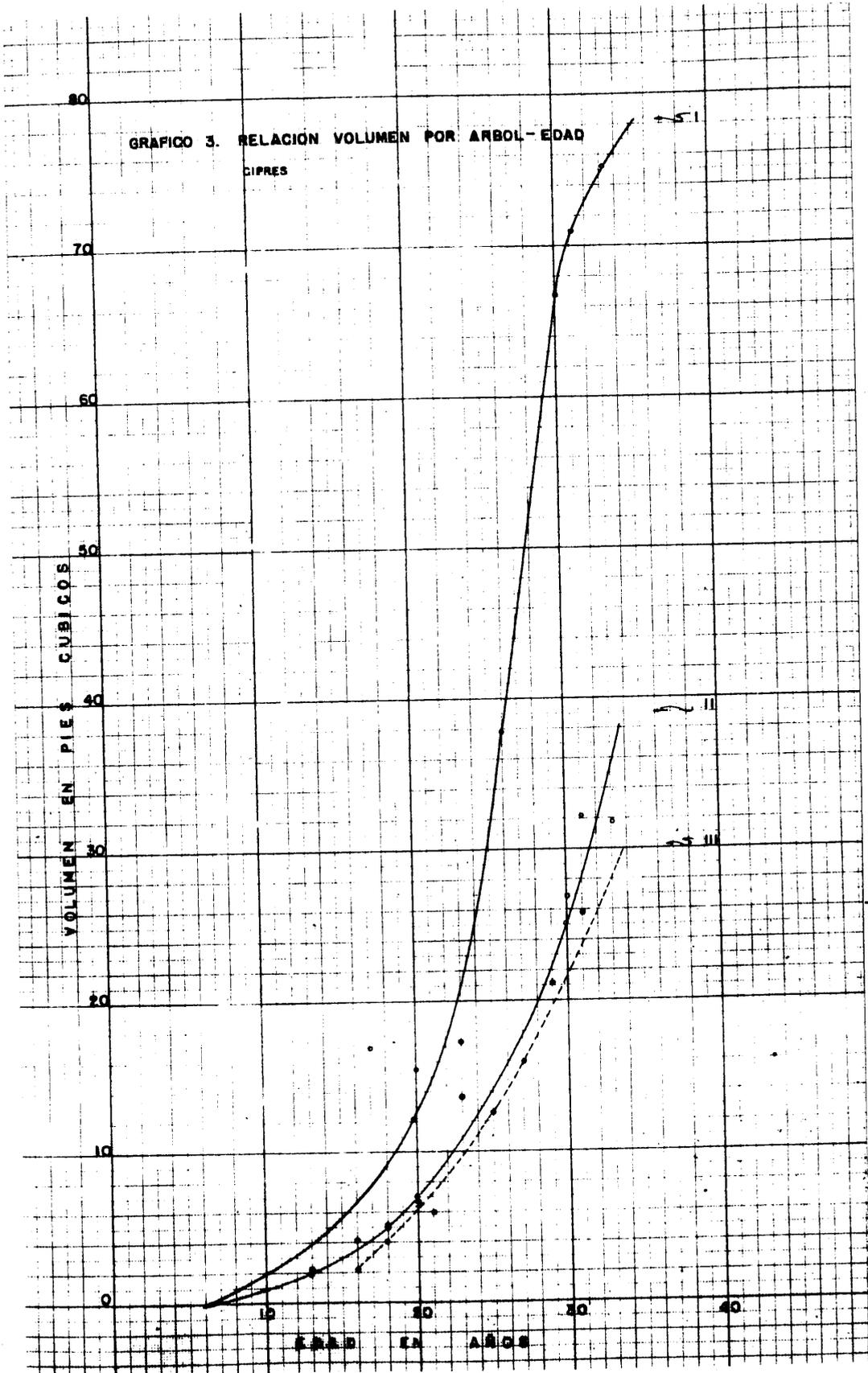
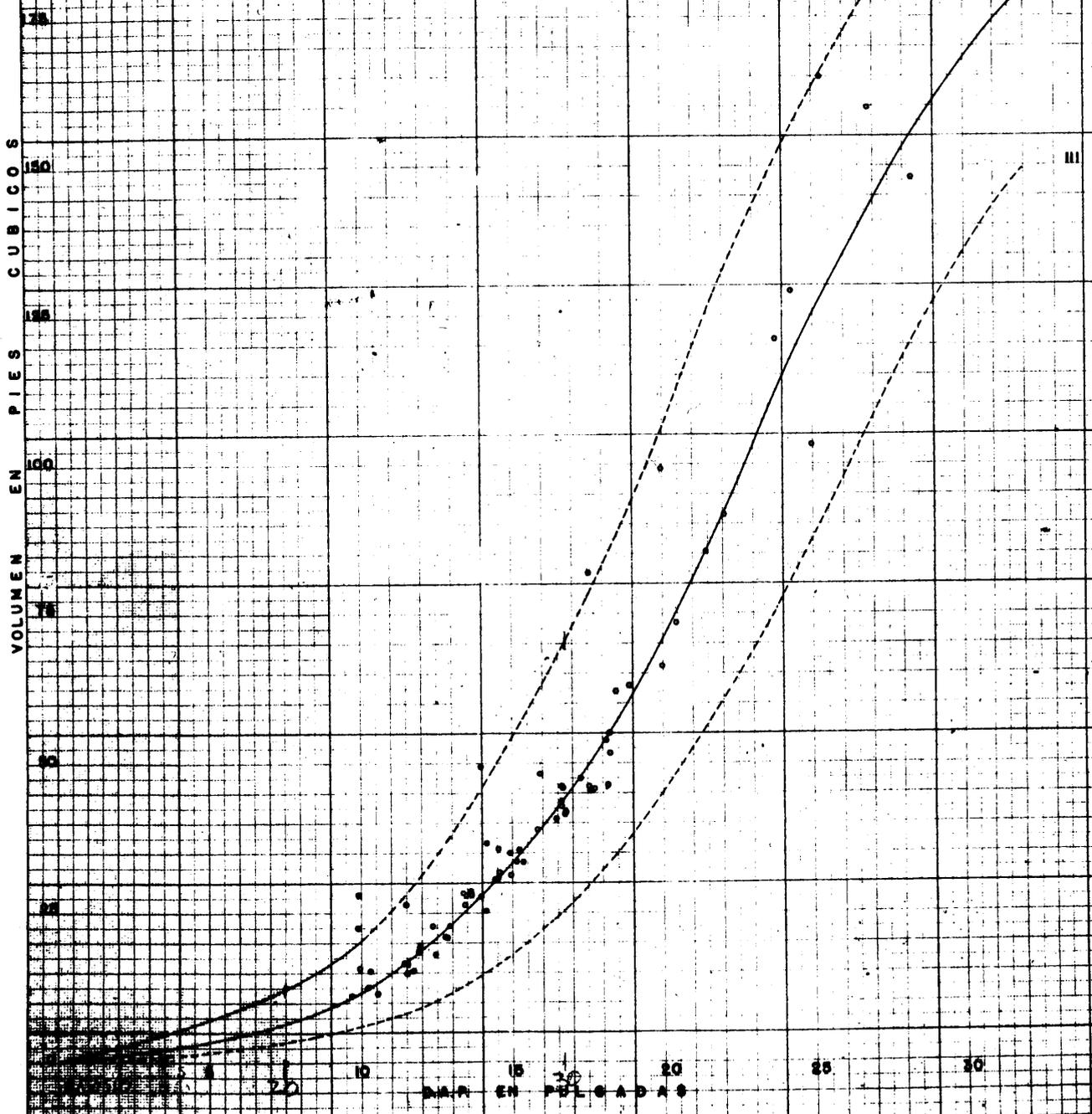


GRÁFICO A. RELACION VOLUMEN DEMANDA DE LA ESPESURA - D.A.P.  
 CUBICOS



D.A.P. EN PULGADAS

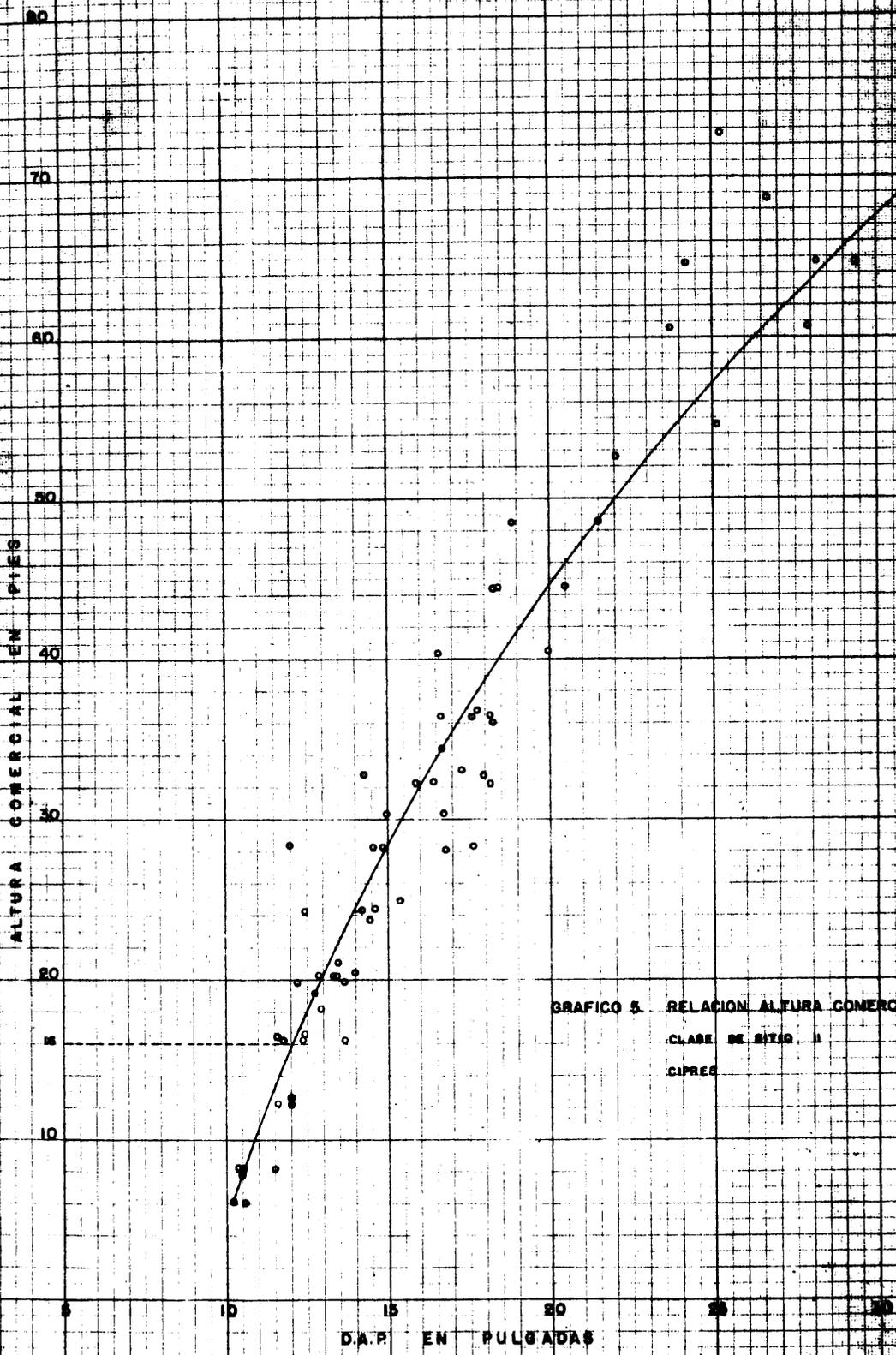


GRAFICO 5. RELACION ALTURA COMERCIAL - D.A.P.  
 CLASE DE SITIO I  
 CIPRES

GRÁFICO 6. CUENTA BALANZADA DE VOLUMEN EN PIES  
 TABLEROS PARA LA CLASE DE FORMA 60  
 Y EL NÚMERO DE TABLEROS MÓLDADOS POR  
 EL GRÁFICO 6  
 CIERRE

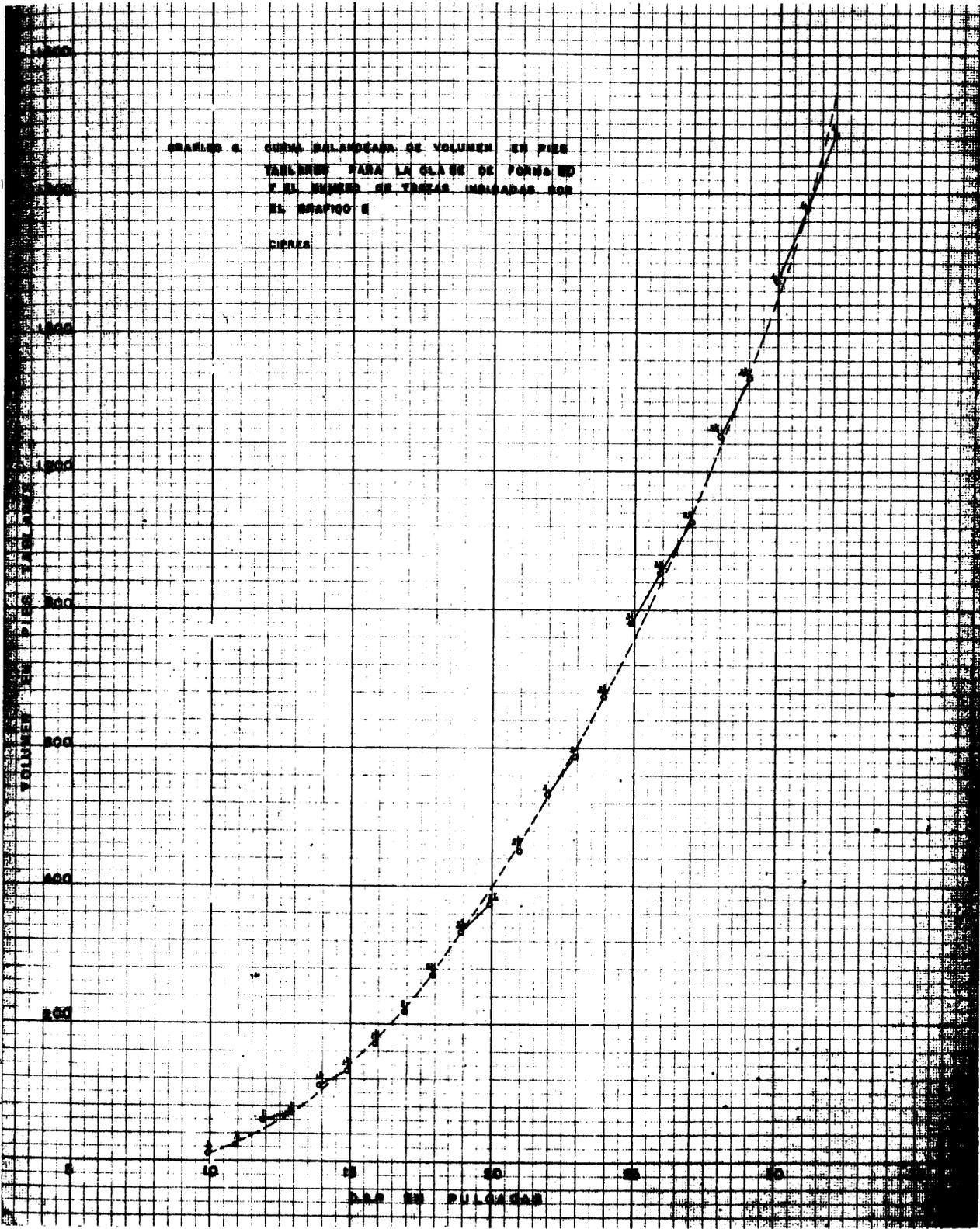




FIG.1 .- Rodal de ciprés de 33 años de edad en la localidad de Mata de Plátano. Clase de Sitio I.



Fig.2 .- Perfil de suelo en la localidad de Mata de Plátano que muestra la penetración de las raíces de ciprés.



*Si está midiendo su diámetro:  
No está a 1.30 m  
DAP a 4.5 pies 1.37.*

FIG. 3.- Rodal de ciprés de 23 años de edad ,en Esmeralda. Lote entresacado . Case de Sitio II



FIG. 4.- Corte de la carretera mostrando el perfil del suelo en la localidad de Esmeralda.



FIG. 5.- Rodal de ciprés en explotación de 35 años de edad aproximadamente en la localidad de Camejo. Clase de Sitio II.



FIG. 6.- Corte de suelo mostrando el perfil dentro un rodal de ciprés en la localidad de Camejo.



FIG.7.- Rodal de ciprés de 25 años de edad de la Finca Municipal, Heredia. Clase de Sitio III.

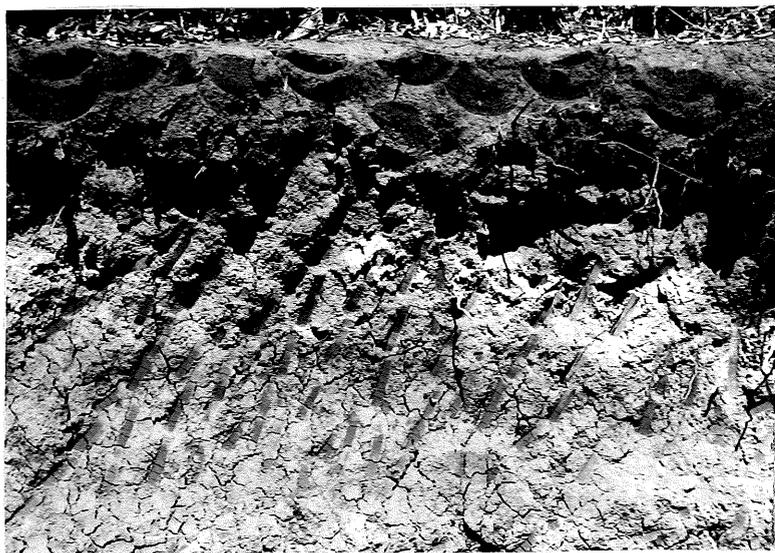


FIG. 8.- Perfil de suelo mostrando la poca penetración de las raíces y la estructura. Finca Municipal.