

CRECIMIENTO EN DIAMETRO Y ALTURA DEL ARBOL DEL HULE  
(Hevea brasiliensis Muell. Arg.) EN DOS ZONAS  
ECOLOGICAS DE COSTA RICA

Por



Héctor Flores Salgado

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas  
Centro Tropical de Investigación y Enseñanza para Graduados  
Turrialba, Costa Rica  
Junio de 1963

CRECIMIENTO EN DIAMETRO Y ALTURA DEL ARBOL DEL HULE  
(Hevea brasiliensis Muell. Arg.) EN DOS ZONAS  
ECOLOGICAS DE COSTA RICA

Tesis

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

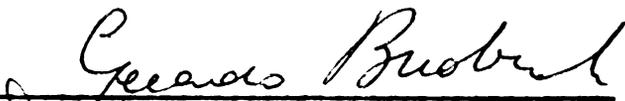
de

Magister Agriculturae

en el

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas

APROBADO:

  
\_\_\_\_\_ Consejero

  
\_\_\_\_\_ Comité

  
\_\_\_\_\_ Comité

Junio de 1963

A LA MEMORIA  
DE MIS PADRES

## AGRADECIMIENTO

El autor expresa su sincero agradecimiento al Ingeniero Juan Banda Sifuentes y al Dr. Gerardo Budowski, por haberlo iniciado en la ciencia forestal, a la vez por haber hecho realidad sus deseos de cursar estudios postgraduados en el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas.

En la misma forma, a los miembros integrantes de su Comité Consejero, por haberlo guiado y asistido en todo momento, para el desarrollo y terminación de este trabajo; ellos son: Dr. Gerardo Budowski, Dr. Robert Hunter, M. A. Edilberto Camacho, y especialmente por su valiosa cooperación en la parte estadística al M. A. Luis Arturo Montoya.

También desea expresar unas palabras de sincero agradecimiento a los Sres. Hernán Echeverri, Gerente de la Good Year Rubber Co., en Costa Rica y al Sr. Frank Webber, entusiasta cultivador de hule, por haber dado todas las facilidades para la realización de este estudio.

A la Organización de Estados Americanos agradece por haberlo favorecido con la beca para recibir entrenamiento en Dasonomía Tropical.

Finalmente a las siguientes personas: Srta. Maritza Huer--tas y Sra. Margarita Castillo por su valiosa colaboración en la parte relacionada a mecanografía y trabajo de biblioteca.

A todas las personas que directa e indirectamente intervinieron para la terminación del presente trabajo.

## BIOGRAFIA

Héctor Flores Salgado, nació en Villa de Allende, Estado de México, México; el 17 de Octubre de 1935. Inició sus estudios primarios en la Escuela Primaria Federal "Fray Cirilo Bobadilla" de su ciudad natal, cursó estudios secundarios y preparatorios en las Escuelas Prácticas de Agricultura, "Dr. José G. Parres" de Huichapan, Estado de Hidalgo, y "Lic. Gabriel Ramos Millán" de Roque, Celaya, Gto., en el período comprendido de 1951 a 1953.

Ingresó a la Escuela Superior de Agricultura "Antonio Narro" hoy Facultad de Agronomía de la Universidad del Estado de Coahuila en 1954, habiendo recibido su título de Ingeniero Agrónomo en enero de 1959.

Trabajó desde mayo de 1959 hasta mayo de 1960 como técnico en el Departamento Botánico de la Compañía Syntex, S.A., desempeñando los últimos seis meses, el cargo de Jefe del Campo Experimental Botánico Agrícola, propiedad de la Compañía, localizado en el Sur del Estado de Veracruz.

Desde julio de 1960, a febrero de 1962, permaneció en el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Turrialba, Costa Rica, realizando estudios postgraduados en Dasonomía Tropical, becado por la Organización de Estados Americanos.

En marzo de 1962 ingresó al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, como Jefe del Campo Experimental Forestal Tropical "El Tormento" en Escárcega, Campeche, México.

## TABLA DE CONTENIDO

Agradecimientos .....	i
Biografía .....	ii
Tabla de contenido .....	iii
INTRODUCCION .....	1
REVISION DE LITERATURA .....	4
Origen, botánica y distribución natural	
de <u>Hevea brasiliensis</u> .....	4
Factores que influyen en el crecimiento	
del <u>Hevea Brasiliensis</u> .....	5
Localización .....	5
Factores climáticos .....	6
Factores edafológicos .....	7
Prácticas culturales .....	13
Experiencias en relación con el crecimiento	
del <u>Hevea brasiliensis</u> .....	17
MATERIALES Y METODOS .....	29
Localización de las plantaciones .....	29
Descripción de las áreas .....	30
Mediciones efectuadas .....	45
RESULTADOS Y DISCUSION .....	53
Correlación diámetro-edad .....	53
Distribución de clases diamétricas y clasificación	
de crecimiento diamétrico en términos de vigor ...	57
Correlación altura-edad .....	59
Distribución de clases de altura y clasificación	
de crecimiento en altura, considerados como	
términos de vigor .....	62
Correlación diámetro altura total .....	63
CONCLUSIONES .....	66
RESUMEN .....	69
SUMMARY .....	71
LITERATURA CITADA .....	73
APENDICE .....	78

IV

INDICE DE CUADROS

<u>Cuadro 1.</u> Datos de precipitación normal correspondientes a las estaciones meteorológicas, finca "La Francia" y San Isidro del General .....	39
<u>Cuadro 2.</u> Valores normales de temperatura máxima, mínima y media correspondientes a las estaciones meteorológicas, finca "La Francia" y San Isidro del General .....	40
<u>Cuadro 3.</u> Datos de humedad relativa correspondientes a las estaciones meteorológicas finca "La Francia" y San Isidro del General .....	41
<u>Cuadro 4.</u> Comparación de crecimiento diamétrico del árbol del hule en dos zonas, calculado a base de los coeficientes de regresión .....	55
<u>Cuadro 5.</u> Valores diamétricos, reales y estimados para las dos zonas estudiadas .....	55
<u>Cuadro 6.</u> Comparación de crecimiento en altura total del árbol del hule en dos zonas, calculado a base de los coeficientes de regresión .....	60
<u>Cuadro 7.</u> Valores de altura total, reales y estimados para las dos zonas estudiadas .....	61
<u>Cuadro 8.</u> Promedio de diámetro y altura total en árboles de <u>Hevea brasiliensis</u> y clasificaciones en términos de vigor finca "La Francia" .....	64
<u>Cuadro 9.</u> Promedio de diámetro y altura total en árboles de <u>Hevea brasiliensis</u> , y clasificaciones en términos de vigor. Finca "Webber" .....	65
<u>Cuadro 10.</u> Perfiles de los suelos correspondientes a las fincas "La Francia" y Webber".....	79
<u>Cuadro 11.</u> Contenido de macro-elementos, en cada capa de los perfiles tomados en "La Francia" y finca "Webber" .....	80
<u>Cuadro 12.</u> Datos sobre la plantación de <u>H. brasiliensis</u> en la finca "La Francia" .....	81
<u>Cuadro 13.</u> Datos sobre la plantación de <u>H. brasiliensis</u> en la finca "Webber" y San Isidro del General .....	82

V

INDICE DE GRAFICOS

<u>Gráfico 1.</u> Distribución de la precipitación pluvial durante el año en la finca "La Francia" y San Isidro del General .....	83
<u>Gráfico 2.</u> Promedio de días con lluvia en las estaciones meteorológicas. Finca "La Francia" y San Isidro del General .....	84
<u>Gráfico 3.</u> Valores normales de temperatura máxima, mínima y media, de las estaciones meteorológicas finca "La Francia" y San Isidro del General .....	85
<u>Gráfico 4.</u> Humedad relativa en % de las estaciones meteorológicas, finca "La Francia" y San Isidro del General .....	86
<u>Gráfico 5.</u> Regresión entre diámetro-edad. Plantación de <u>Hevea brasiliensis</u> . Finca "La Francia" .....	87
<u>Gráfico 6.</u> Regresión entre diámetro-edad. Plantación de <u>Hevea brasiliensis</u> . Finca "Webber" .....	88
<u>Gráfico 7.</u> Distribución de clases diamétricas en centímetros de las muestras representativas tomadas en las plantaciones de <u>Hevea brasiliensis</u> a diferentes edades. Finca "La Francia" .....	89
<u>Gráfico 8.</u> Distribución de clases diamétricas en centímetros, de las muestras representativas tomadas en plantaciones de <u>Hevea brasiliensis</u> a diferentes edades. Finca "Webber" .....	90
<u>Gráfico 9.</u> Regresión entre altura total-edad. Plantación de <u>Hevea brasiliensis</u> . Finca "La Francia" .....	91
<u>Gráfico 10.</u> Regresión entre altura total-edad. Plantación de <u>Hevea brasiliensis</u> . Finca "Webber" .....	92
<u>Gráfico 11.</u> Distribución de clases de altura en metros de las muestras representativas tomadas en las plantaciones de <u>Hevea brasiliensis</u> a diferentes edades. Finca "La Francia" .....	93
<u>Gráfico 12.</u> Distribución de clases de altura en metros de las muestras representativas tomadas en las plantaciones de <u>Hevea brasiliensis</u> a diferentes edades. Finca "Webber" .....	94
<u>Gráfico 13.</u> Regresión entre diámetro-altura total plantación de <u>Hevea brasiliensis</u> . Finca "La Francia" .....	95
<u>Gráfico 14.</u> Regresión entre diámetro-altura total plantación de <u>Hevea brasiliensis</u> . Finca "Webber" .....	96

VI

<u>Gráfico 15.</u> Probable curva de crecimiento diamétrico del <u>Hevea brasiliensis</u> , para la finca "La Francia" .....	97
<u>Gráfico 16.</u> Probable curva de crecimiento diamétrico del <u>Hevea brasiliensis</u> , para la finca "Webber" .....	98

## VII

### INDICE DE FIGURAS

<u>Figura 1.</u> Perfil del suelo en finca "La Francia". Profundidad 2 metros .....	35
<u>Figura 2.</u> Perfil del suelo compuesto de 4 estratos. Finca "Webber". Profundidad 2 metros .....	35
<u>Figura 3.</u> Plantación comercial de <u>H. brasiliensis</u> , de 13 meses de edad. Finca "La Francia" .....	36
<u>Figura 4.</u> Otro aspecto de la plantación de hule, árboles de 34 meses. "La Francia" .....	36
<u>Figura 5.</u> Cultivos intercalados, hule-café. Aspecto del suelo después de una práctica de cultivo. Finca "Webber" .....	44
<u>Figura 6.</u> Cobertura del suelo, época de lluvias. Árboles de 32 meses. Finca "Webber" .....	44
<u>Figura 7.</u> Arbolito de hule, colocado en su lugar definitivo de plantación, finca "Webber" .....	46
<u>Figura 8.</u> Arbol de hule. Obsérvese la poda del tallo y el re brote. Finca "Webber" .....	46
<u>Figura 9.</u> Medición del diámetro, árboles de <u>H. brasiliensis</u> de 40 meses de edad .....	48
<u>Figura 10.</u> Medición del diámetro, árboles de 32 meses de edad.	48
<u>Figura 11.</u> Midiendo la altura total, árboles de <u>H. brasilien sis</u> . Finca "Webber" .....	50
<u>Figura 12.</u> Árboles de 44 meses de edad, altura promedio 7.64 metros .....	50

## INTRODUCCION

La especie Hevea brasiliensis Muell. Arg. principal producto ra de hule natural en el mundo, es conocida con diferentes nombres comunes en los distintos países donde se cultiva o se encuentra en forma natural, así por ejemplo: en México y América Central se le llama hule; caucho en Venezuela y Colombia; jebe en Perú y Bolivia; seringueira en Brasil. En el presente trabajo se adopta uniformemente el término "árbol del hule" o "hule".

La mayoría de los países latinoamericanos, disponen de áreas que reunen condiciones climatológicas y edafológicas aptas para este cultivo. Sin embargo, en la actualidad no producen lo suficiente para autoabastecer su consumo, viéndose obligados a importar cantidades variables, de acuerdo con las necesidades de cada uno. Esto ocasiona una fuga de divisas en perjuicio de la economía de cada país.

Varios son los factores que intervienen y deben analizarse para tomar la decisión de iniciar un cultivo bajo determinadas condiciones ecológicas y esperar de él el máximo rendimiento, pero posiblemente los más importantes son el clima y el suelo.

Para el cultivo de esta especie es necesario saber escoger el material que se va a propagar, debido a que la inversión que se hace es a largo plazo y cualquier error cometido en el planeamiento, redundaría en el fracaso de la plantación.

El material a usar debe reunir varias cualidades; principalmente deben escogerse clones de alto rendimiento en látex, buen vigor de crecimiento y con alto grado de resistencia a las enfermedades, especialmente a la enfermedad sudamericana de la hoja, producida

por el hongo Dothidella ulei P. Henn. Esta enfermedad ha sido un factor limitante considerable en el fomento de este cultivo en el Hemisferio Occidental.

En este cultivo se considera de gran importancia el desarrollo alcanzado en los primeros seis años, edad a la que generalmente se inicia la explotación de las plantaciones de hule. Durante este período, es importante tratar de conseguir un crecimiento muy vigoroso a fin de que los árboles alcancen un desarrollo satisfactorio, tanto en circunferencia del tronco, como en altura.

En Costa Rica, en donde el cultivo de Hevea es bastante reciente, el crecimiento de este árbol durante su primera etapa ha sido poco estudiado. La primera plantación comercial en este país fue iniciada en 1935 por la Compañía Goodyear Rubber.

Algunos años más tarde se importaron clones de alto rendimiento del Lejano Oriente, pero éstos resultaron ser demasiado susceptibles a la enfermedad sudamericana de la hoja, cuyo agente causal es el hongo Dothidella ulei P. Henn, haciéndose necesario cambiar su follaje por medio de injertos con material resistente a esta enfermedad.

Posteriormente trabajos de fitomejoramiento llevados a cabo especialmente en Brasil, permitieron seleccionar, entre otros, 6 clones que reunían las características de alto rendimiento de látex y una buena resistencia a la enfermedad sudamericana de la hoja que se consideraba adaptable a las condiciones ecológicas de Costa Rica.

Estos clones se distribuyeron en el país y fueron propagados en la finca "Webber", en San Isidro del General, en la vertiente del Pacífico y más tarde en las plantaciones de la Compañía Goodyear Rubber

Plantations, en la finca "La Francia", localizada en la vertiente del Atlántico; ambas regiones presentan condiciones de clima diferentes.

Los objetivos del presente estudio son:

A.- Formar curvas de crecimiento dianétrico y altura total de los árboles de Hevea brasiliensis de 1 a 4 años de edad, en las plantaciones de la finca "La Francia" y finca "Weber" para determinar el crecimiento de los árboles bajo condiciones de cultivo.

B.- Estudiar algunas de las propiedades físicas y químicas del suelo, tales como: estructura, contenido de materia orgánica, pH, nitrógeno, fósforo y potasio, y describir las características más importantes de los perfiles en los suelos donde se encuentran las plantaciones de Hevea.

C.- Evaluar el crecimiento inicial del árbol del hule en relación con las características ecológicas de las dos regiones estudiadas y comparar los datos con los de otros lugares del mundo.

REVISION DE LITERATURA

I.- Origen, botánica y distribución natural de Hevea brasiliensis.

A.- Origen. Sobre el origen del H. brasiliensis, La Rue y Macmillan (33, 36), mencionan que es nativo del Valle del Amazonas y de ahí fue introducido a la India, Ceylán y Este de las Indias Holandesas en 1876 por Henry Wickham a través del Jardín Botánico de Kew.

B.- Botánica. El género Hevea es miembro de la familia Euphorbiaceae y fue establecido por Fusée Aublet desde 1775, según La Rue y Schultes (33, 54).

El número de especies que componen este género ha sido muy discutido. La Rue (33) cita las siguientes autoridades: Mueller Argoviensis, que reconoce 11 especies; Pax que reconoce 16 especies con 6 variedades y Huber que reconoce 24 especies y 2 variedades.

Ducke (14, 15), trabajando con material más amplio en el campo, encontró sólo 12 especies.

Schultes (54, 55), redujo este número a solo 8 especies con variedades y formas aún poco estudiadas; todas son nativas de Sur América, en el Amazonas y Matto Grosso. Las especies que él menciona son: Hevea guianensis, H. brasiliensis, H. benthiana, H. spruceana, H. rigidifolia, H. pauciflora, H. nitida y H. microphyla.

C.- Distribución actual. La distribución por parte del hombre del H. brasiliensis ha sido en los últimos años muy amplia,

pues se encuentra en casi la mayoría de los países tropicales del mundo. En América Latina está actualmente distribuido en México, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Colombia, Ecuador, Perú, Brasil, Bolivia y las Guayanas. También ha sido plantado en República Dominicana y Haití. Sobre la distribución en América Latina se han escrito un gran número de artículos que mencionan la introducción o establecimiento de H. brasiliensis, ya sea con fines experimentales o comerciales (21,34,52,57).

En el Lejano Oriente se encuentra plantado en Malaya, Thailandia, Indonesia y la India. Según Cobley (9), casi el 97% de hule natural producido en el mundo viene del Sureste de Asia; pero también se le cultiva en el Oeste de Africa, particularmente en Liberia y el Congo.

## II.- Factores que influyen en el crecimiento del Hevea brasiliensis.

A.- Localización. Según Klippert (29), las condiciones de clima requeridas por el H. brasiliensis, se encuentran en las áreas bajas de las zonas tropicales situadas dentro de los 15<sup>o</sup> de latitud Norte o Sur del Ecuador, con una elevación máxima de 300 a 400 metros sobre el nivel del mar. Con elevaciones mayores el crecimiento del árbol se retarda.

Ochse y otros (45) señalan una faja más estrecha en las tierras bajas tropicales, comprendidas dentro de 10<sup>o</sup> al Norte y 10<sup>o</sup> de latitud Sur del Ecuador. El crecimiento del H. brasiliensis es más rápido en elevaciones inferiores a los 200 metros.

**B.- Factores climáticos.** Entre los factores climáticos que condicionan la adaptación de un cultivo a determinada región, pueden considerarse dos como principales: la temperatura y la precipitación.

Según Camargo (8), para el cultivo del H. brasiliensis, se requiere una temperatura mínima media anual de 20°C y una precipitación pluvial no inferior de 2,000 mm.

Dijkman (12) considera que la precipitación debe oscilar entre los 1,500 mm. a 5,000 mm., de preferencia distribuidos en todo el año.

Hunter (27), considera que desde el punto de vista climático, los mejores sitios para el cultivo del árbol del hule, están localizados dentro de la formación bosque húmedo de la región tropical, según la clasificación de Holdridge (25, 26).

Puente y Vergara (50), presentan algunos gráficos donde comparan los factores de clima de Penang, Malaya, lugar que se considera como ideal para el cultivo del hule, con los de varios lugares de México. Las condiciones de temperatura media anual de Penang oscilan entre 26°C y 27.5°C durante todo el año.

Ochse (45), reporta como satisfactorias para el crecimiento y rendimiento, las condiciones climáticas de Ceylán, Indochina, Este y Centro de Java. La lluvia puede variar entre 1,500 y 6,000 mm., pero se considera como óptima una precipitación de 2,000 a 4,000 mm. distribuidos en todo el año.

Existen otros factores climatológicos que también influ

yen, pero se consideran como secundarios, principalmente: humedad relativa y vientos; el primero interviene en el desarrollo de las enfermedades y el segundo en algunas ocasiones causa graves daños tumbando los árboles o diseminando las esporas del hongo Dothidella ulei, como lo muestra Rands (51) en su estudio sobre la enfermedad sudamericana de la hoja.

C.- Factores edafológicos. Según Vidal y Constantino (62), en el crecimiento de los árboles en general, el medio edáfico es menos determinante que el clima. Ello no obstante, actúa sobre el crecimiento de los árboles para influenciar su desarrollo.

a.- Origen de los suelos. Dijkman (12) indica que hay una gran variabilidad de suelos en los cuales se cultiva actualmente el H. brasiliensis. El material madre más importante de los suelos en Indonesia está compuesto de sedimentos marinos.

Según Ochse y otros (45), el tipo de suelos más frecuente sobre el cual el hule crece en el Lejano Oriente es de origen volcánico y es principalmente laterítico.

Malaya, según Jacks (28), ocupa el segundo lugar en la producción mundial de hule, pero el rápido crecimiento del árbol se debe más a los factores climatológicos que a las condiciones de los suelos. Las plantaciones están confinadas a las costas planas bajas y a las faldas de las colinas en el interior. Los suelos son lateríticos, con buen drenaje. El mismo autor también investigó los suelos en otras regiones. Encontró que en Sumatra los suelos son de

color rojo y de origen volcánico. En Ceylán el hule crece en suelos lateríticos, o suelos residuales de piedra caliza del tipo "Terra Roxa". En el Congo Belga los suelos son de tres tipos: 1) suelos de sabana arenosos ligeros, impropios para el cultivo, donde el crecimiento es muy pobre y el rendimiento es bajo; 2) suelos de sabana arcillo-arenosos y 3) suelos forestales amarillo-rojizos, areno-arcillosos, que comunmente son buenos.

Eidt (18) en un viaje por el Amazonas encontró que los suelos en las partes bajas, están compuestos por una arena gredosa, de color pardo-claro, en la base de las colinas, cubiertos por una grava fina; otros suelos están formados por arcilla roja o laterita de baja fertilidad.

b.- Topografía y propiedades físicas de los suelos. Según Uribe (61) la bondad de los suelos para hule, parece que depende más de las condiciones físicas que de su composición química.

Debido al denso follaje de los árboles de Hevea, la transpiración es muy alta, por lo tanto para que el árbol pueda disponer del agua necesaria es preciso que el suelo tenga muy buenas condiciones físicas, permitiendo la fácil penetración del sistema radical, es decir, deben poseer gran poder retentivo de humedad, alta capilaridad y fácil percolación.

Klippert (29) indica que los suelos planos o ligeramente inclinados son preferibles a aquellos con fuertes pendientes.

tes.

Ochse y otros (45) recomiendan que para un terreno con 2% de pendiente o más, se aplique un sistema de terrazas con curvas de nivel, con el fin de evitar erosión en el suelo; de acuerdo con la topografía del terreno, las terrazas pueden ser amplias, pero nunca deben excederse de los 20 mts. Klippert (29), considera que los suelos deben tener muy buen drenaje, ya que en terrenos que se inundan, el hule reduce su crecimiento, o los árboles mueren por falta de aeración en el sistema radical.

Al comparar cuatro tipos de suelos Otoul (47), notó que el hule desarrolló mejor en suelos que contenían 30-35% de arcilla; los árboles plantados en suelos más livianos mostraron un crecimiento más bajo.

Owen (48), trabajando en Malaya con suelos que eran arcillas pesadas y tierras turbosas cubiertas de arcilla, encontró que sólo se obtenía un buen crecimiento diamétrico, cuando estos suelos eran tratados con aplicaciones de fertilizantes apropiados.

Según Klippert (29), la textura lino arcillosa en los suelos es la mejor para el crecimiento del hule. Los mejores suelos deben ser ricos en materia orgánica; un porcentaje adecuado de arcilla desmenuzable en la tierra es una ventaja, puesto que ayuda a sostener las raíces y a retener la humedad. La tierra debe ser suelta y bien desintegrada, hasta una profundidad de 2 metros o más; la estructura granular es muy conveniente porque permite una buena aereación del

suelo y un mejor desarrollo radical de los árboles.

De acuerdo con un estudio llevado a cabo en Malaya (20), el desarrollo del sistema radical depende de sus potencialidades hereditarias y de factores del suelo tales como humedad, aeración, textura, estructura y contenido de nutrientes. El ambiente de la raíz puede modificarse por medio de drenaje, irrigación, prácticas de cultivo y aplicación de fertilizantes.

c.- Propiedades químicas de los suelos.

a) Una de las propiedades químicas más importantes para determinar la calidad de los suelos donde se cultiva el H. brasiliensis, es la reacción del suelo, es decir, si es ácida o alcalina y en qué grado de acidez o alcalinidad se encuentra el suelo donde se va a instalar este cultivo.

Según Dijkman y Ochse (12,45), el H. brasiliensis crece en suelos que varían en reacción desde muy ácidos (pH 3.8-4) a alcalino (pH 8.0), con un rango óptimo de pH entre 5.0 a 6.0.

Klippert y Uribe (29,61), indican que una reacción ácida de 4.0 a 5.5 es ideal para obtener el mejor desarrollo.

Kortleve (32) cita a Bobilioff en su trabajo sobre influencia de la reacción del suelo sobre el desarrollo del H. brasiliensis y anota que esta planta tolera una acidez hasta de 2.8 y una alcalinidad de 8.0. Analizando

1.200 muestras de suelos de la Costa Este de Sumatra, en contró que no hay la más ligera relación entre los diferentes grados de acidez y el desarrollo del hule. En Cam bio cuando los suelos fueron alcalinos, hubo una influencia desfavorable: los árboles se encontraban en muy malas condiciones, con muchas ramas muertas, hojas amarillentas y la renovación de la corteza fué prácticamente nula.

b) Fertilidad. Según Uribe (61), no es indispensable que los suelos sean ricos en elementos nutritivos. La gran cantidad de solución de suelo tomada por el árbol comp ensa la baja concentración de dichos elementos. Diversos análisis de suelos en algunos países y regiones donde el hule crece satisfactoriamente, han mostrado escasez de elementos nutritivos.

Resultados en porcentajes de análisis químicos de suelos en regiones donde se cultiva Hevea brasiliensis. Según Mohr, citado por Uribe (61).

N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	Crecimiento
0.09	0.08	0.05	0.05	0.12	Superior
0.12	0.03	0.06	trazas	trazas	Superior
0.22	0.05	0.08	0.30	0.04	Satisfactorio
0.39	0.23	0.10	0.08	0.01	Excelente; obtenido considerablemente en grosor.
0.16	0.12	0.16	0.06	trazas	Probablemente muy bueno.
0.09	0.21	0.36	0.08	0.05	Inferior; suelo demasiado compacto.
0.19	0.03	0.014	- --	- --	Bueno
0.24	0.07	0.13	- --	- --	Bueno
0.24	0.02	0.08	- --	- --	Inferior
0.17	0.095	0.14	1.17	0.97	Bueno

Según Constable y Hodnett (10) la nutrición correcta en árboles jóvenes de Hevea es de gran importancia ya que la circunferencia de los árboles determina cuándo deben ser sometidos a explotación, y un mayor crecimiento determinaría la llegada a una edad comercial en menor tiempo; ellos encontraron en su experimento que la respuesta en cuanto a crecimiento en circunferencia, es mayor al fósforo y menor al nitrógeno, mientras que la respuesta al potasio es errática.

En Malaya (44) demostraron que, en términos de crecimiento y rendimiento de hule no hubo respuesta al potasio cuando este se aplicó solo; la respuesta al nitrógeno fue pequeña; pero cuando se aplicaron nitrógeno y potasio juntos, produjeron un mejor efecto y la respuesta incrementó ventajosamente; al sexto año después de empezar el programa de fertilización, el rendimiento aumentó en 5.6% y el promedio de circunferencia incrementó 16.3%. Los resultados mostraron que el fósforo también tiene un efecto benéfico sobre el crecimiento y el rendimiento.

Según Knaap (30), la circunferencia del tallo es un buen criterio para medir el desarrollo de los árboles de hule. Fertilizando con sulfato de amonio aumenta el crecimiento en árboles jóvenes y a mayor edad es necesario combinar nitrógeno y fósforo. El crecimiento del tallo en árboles de 5 y 6 años debido a nitrógeno y fósforo fue 40% mayor que en los árboles a que se aplicó estiércol, y 20% mayor que los fertilizados con nitrógeno solamente.

#### D.- Prácticas culturales.

- a) Desyerbas y limpias. Las prácticas culturales tienen una gran importancia en el cultivo de Hevea brasiliensis, principalmente en el crecimiento, tanto en diámetro como en altura. Las prácticas más importantes son: 1) cultivo; 2) densidad de plantación; 3) cobertura del suelo; 4) cultivos intercalados y 5) fertilización.

Según Klippert (29) los árboles jóvenes de una plantación de hule deben mantenerse limpios en su base de toda

clase de yerbas o plantas de cubierta, en un círculo de más o menos un metro de radio hasta que sus tallos midan de 6 a 7 cm. de diámetro a un metro del suelo. En plantaciones jóvenes esto requiere atención frecuente, especialmente en períodos lluviosos, cuando la vegetación espontánea crece con suma rapidez. Estas limpiezas se hacen con el fin de evitar la competencia de la maleza con el hule, permitiendo un mejor desarrollo de los árboles, tanto en circunferencia del tallo como en altura.

b) Cobertura del suelo.

La cobertura del suelo en las plantaciones de hule, es un aspecto que debe considerarse con interés, principalmente cuando éstas son jóvenes. Cuando los árboles ya son grandes, es decir cuando la cobertura del suelo no ejerce mucha competencia por nutrientes o humedad, desempeña funciones importantes, tales como: protección del suelo contra la erosión, mejoramiento de la estructura del suelo por adición de materia orgánica y a la vez reducción de la evaporación de la capa superficial del suelo permitiendo que los cambios del microclima, se efectúen con más moderación, es decir, que no haya cambios bruscos.

En Ceylán (46) se han efectuado varios estudios relacionando la cobertura del suelo con el aprovechamiento de nutrientes en plantaciones de hule de diferentes edades. Las observaciones sugieren que en muchos casos el estado de la cobertura sirve como indicador de las condiciones de fertili

dad del suelo.

En Malaya (19), se considera que las leguminosas rastre<sup>ras</sup> son las plantas más convenientes para formar una cobertu<sup>ra</sup> del suelo, pero tienen el inconveniente de que su estable<sup>ci</sup>miento es muy costoso. Las leguminosas más comunes en Ma<sup>l</sup>aya para este tipo de trabajo son: Centrosema pubescens, Pueraria phaseoloides (Pueraria javanica) y Colopogonium mucunoides. En algunos casos puede usarse una sola especie y en otros es conveniente hacer una mezcla de varias; obser<sup>v</sup>vando cuál se adapta mejor a las condiciones ambientales.

Según Watson (63) las calles de las plantaciones de un año deben limpiarse por lo menos a una distancia de 4 a 6 pies de las hileras de árboles, porque la maleza puede ofre<sup>cer</sup>cer seria competencia por humedad y por nutrientes. Se ha informado de un efecto depresivo sobre el crecimiento de los árboles de hule en esta etapa cuando no se hacen estas limpie<sup>s</sup>s. En plantaciones de mayor edad es conveniente decid<sup>ir</sup>ir cuál es la cobertura que debe establecerse, si han<sup>de</sup>de ser plantas herbáceas nativas de la región o si es dese<sup>able</sup>able introducir leguminosas rastreras. Hay que consider<sup>ar</sup>ar el costo del establecimiento de estas últimas, así como la ventaja de la fijación del nitrógeno al suelo por la acción de las bacterias del género Rhizobium encontrado en los nódulos de las raíces de las leguminosas. También hay un mejoramiento en la estructura del suelo por la cantidad de materia orgánica que se aporta anualmente, y la humedad

se conserva mejor.

En la familia de las gramíneas hay algunas plantas que pueden utilizarse como cobertura del suelo. Baptiste (4) menciona el uso del zacate Guatemala (Tripsacum laxum Nash) como planta que puede sembrarse entre las hileras de árboles de hule. Después de cortado se coloca como mantillo (mulch). Esta operación produce los siguientes beneficios: 1) adiciona materia orgánica y nutrientes disponibles al suelo, mejorando la estructura y fertilidad; 2) conserva la humedad del suelo en el período de sequía, restringiendo la evaporación; 3) reduce la erosión evitando el golpe teo directo de la lluvia y 4) suprime el crecimiento de las malas yerbas bajo la capa de mantillo.

c) Cultivos intercalados.

Esta práctica no parece haber encontrado aceptación en América Latina. Sin embargo, en experimentos llevados a cabo en Costa Rica, Morales y Otros (42) encontraron al comparar una área con cultivos intercalados y otra con el cultivo común del hule, que los árboles tienen un mejor desarrollo y la incidencia de plagas se reduce en la primera. En ciertas áreas con cultivos intercalados, el desarrollo de los árboles de Hevea superó al de los árboles que no tenían ningún cultivo intercalado.

Según Uribe (61), la práctica de cultivos intercalados es muy común en el Lejano Oriente, pero la clase de plantas que deben intercalarse y la conveniencia de este

sistema aún es un asunto muy discutido; parece que el café como cultivo intercalado ofrece buenas ventajas, ya que puede beneficiarse con la sombra que el hule puede proporcionarle. Sin embargo los mejores climas para el hule no son los más a apropiados para café arábica.

**E.- Experiencias en relación con el crecimiento del H. brasiliensis.** En el cultivo del hule, ya sea con fines comerciales o experimentales, la medición de crecimiento de los árboles constituye una práctica rutinaria. Las mediciones de circunferencia o de diámetro del tallo a 1 metro o 1 metro y medio de la base, proporcionan un método sencillo y preciso para determinar cuándo debe iniciarse la explotación de las plantaciones.

Por lo general se notan dos etapas de crecimiento en el cultivo de los árboles de hule. La primera corresponde al desarrollo que presenta el árbol desde su siembra hasta el momento en que se inicia su explotación, y la segunda corresponde al desarrollo del árbol desde que se inicia la explotación hasta que alcanza su máximo crecimiento. Durante la segunda etapa casi siempre las medidas de crecimiento van a acompañadas con las anotaciones de producción en látex. Son de mayor importancia las medidas de circunferencia o diámetro del tallo, que las de altura total del árbol.

Hay muchos factores que deben tomarse en cuenta para analizar e interpretar los datos de crecimiento del Hevea brasiliensis. A continuación se mencionan algunos, que se

consideran de gran importancia y éstos son: densidad de plantación, aplicación de fertilizantes y posiblemente de mayor importancia todavía, la composición genética que tiene el material, en lo referente a vigor de crecimiento, y grado de adaptabilidad a las condiciones ambientales del sitio donde se le cultiva.

a) Densidades de plantación y crecimiento.

Según Ochse y otros (45), la densidad de plantación aún es un punto de discusión en muchas partes, pero concluye que a las plantas provenientes de semilla se les debe dar una densidad mayor, (500 plantas por hectárea) y a las plantas injertadas, una densidad menor (400 plantas por hectárea). Posteriormente conviene hacer prácticas de raleo por selección, basándose en producción o sacando los árboles de defectuosos y los de bajo crecimiento.

En Ceylán, según MacMillan y Masefield (36,39), el espaciamiento varía desde 15 pies por 10 pies hasta 20 por 20 pies en las plantaciones comerciales; o también hay plantaciones con 100 árboles por acre, para después ralear y dejar 60 ó 70 árboles como población final.

Tan Hong Tong (58) realizando estudios sobre la densidad de plantaciones, considera que pueden usarse de 160 a 200 árboles por acre, dependiendo de los factores ambientales. La densidad debe decidirse tomando en consideración las condiciones del sitio, a mejor sitio mayor densidad y viceversa. Juzga más conveniente el sistema de hileras al

sistema cuadrangular, pues el primero facilita las labores de cultivo con maquinaria. Pueden utilizarse los espaciamientos siguientes: 24 x 7.5 pies, 21 x 8.7 pies, 18 x 9.9 pies y posiblemente 15 x 12 pies. En caso de que se prefiera iniciar con menos densidad se pueden usar los espaciamientos siguientes: 24 x 9 pies, 21 x 10.5 pies y posiblemente 18 x 12 pies.

En Malaya (1), se efectuaron varios ensayos con diferentes densidades y sistemas de plantación, asumiendo que 120 árboles de kule por acre dan una buena densidad, pero la densidad que debe escogerse depende en su mayor parte de las condiciones ambientales.

Refiriéndose a la densidad de plantación en relación con el crecimiento del tallo, medido a una altura de tres pies sobre el nivel del suelo, Meads (40) informa que las plantaciones en diferentes lugares de Malaya, muestran una gran variación en las medidas de circunferencia. Observó que con una densidad de 544 árboles por acre, éstos tenían un promedio de 31 1/2 pulgadas de circunferencia a la edad de 17 años, y con una densidad de 80 árboles por acre, la circunferencia promedio era de 35 1/2 pulgadas a los 12 años. Estos datos muestran que la circunferencia de los árboles tiende a ser mayor cuanto más amplio sea el espaciamiento de la plantación. Por lo mismo los espaciamientos varían desde 8 x 10 pies hasta 13 x 30 pies, según las condiciones ecológicas.

b) Fertilización y crecimiento.

Haines y otros (23) en Malaya experimentaron con la aplicación de fertilizantes (N,P,K). Cuando iniciaron los experimentos (1931), los árboles tenían una circunferencia promedio de 68 cms. Durante los primeros 6 años de experimentación con fertilización anual (1931-37), las parcelas no fertilizadas crecieron solamente 1.2 cms. por año, mientras las parcelas fertilizadas crecieron 3.0 cms. por año. En el período posterior de 11 años se hicieron tres fertilizaciones anuales. En las parcelas sin tratamiento hubo un crecimiento de 1.9 cms. por año, mientras que en las parcelas fertilizadas el crecimiento fue mayor de 2.7 cms. por año.

Owen, Westgarth e Iyer (48) fertilizaron árboles de hule de 6 y 7 años de edad en Malaya, observando que el efecto del fósforo producía un incremento anual en circunferencia del tallo ligeramente mayor, que en los árboles que se aplicó el tratamiento de nitrógeno. Pero a la vez, el tratamiento que dió mejor resultado fue al aplicar nitrógeno y potasio, cuya interacción en el sexto año después de la primera fertilización produjo un incremento anual de 0.077 pulgadas de circunferencia en los troncos de los árboles a la altura de un metro sobre el nivel del suelo.

Hasselo (24), experimentó en tres suelos formados del mismo material madre, pero con diferentes profundidades de los perfiles del suelo. Los árboles tenían 5 y 7 años de

edad, y de la aplicación de fertilizantes (N,P,K), se obtuvieron los datos de crecimiento en cada una de las siguientes localidades:

1.- Messellele.

Desde octubre de 1952 a abril de 1956 (3 $\frac{1}{2}$  años), los árboles tuvieron los siguientes aumentos en circunferencia con aplicación de: nitrógeno, 32.3 cms; de fósforo, 34.2 cms; de potasio, 33.9 cms; de nitrógeno más fósforo, 32.6 cms; de nitrógeno más potasio, 31.9 cms; de fósforo más potasio, 32.2 cms; y cuando se aplicaron los tres elementos, la circunferencia del tallo aumentó 33.1 cms. Dividiendo el crecimiento habido en la época de lluvias, entre el crecimiento obtenido en la época de sequía a diferentes edades, se encontraron los cocientes 1.64, 2.31 y 2.48 respectivamente a favor de la época lluviosa.

2.- Mukonje.

Una área fue plantada en 1952. En abril de 1956 se midieron las circunferencias de los árboles, dando un promedio de 18.4 cms. Posteriormente se hicieron mediciones cada 6 meses, obteniendo los siguientes aumentos de circunferencia promedio, por árbol cada seis meses: 8.9 cms.: 1.0 cms. y 8.3 cms.

3.- Meanja.

El área se plantó en 1952, las primeras medidas de circunferencia fueron tomadas en octubre de 1954, con un promedio por árbol de 11.5 cms. de circunferencia; luego

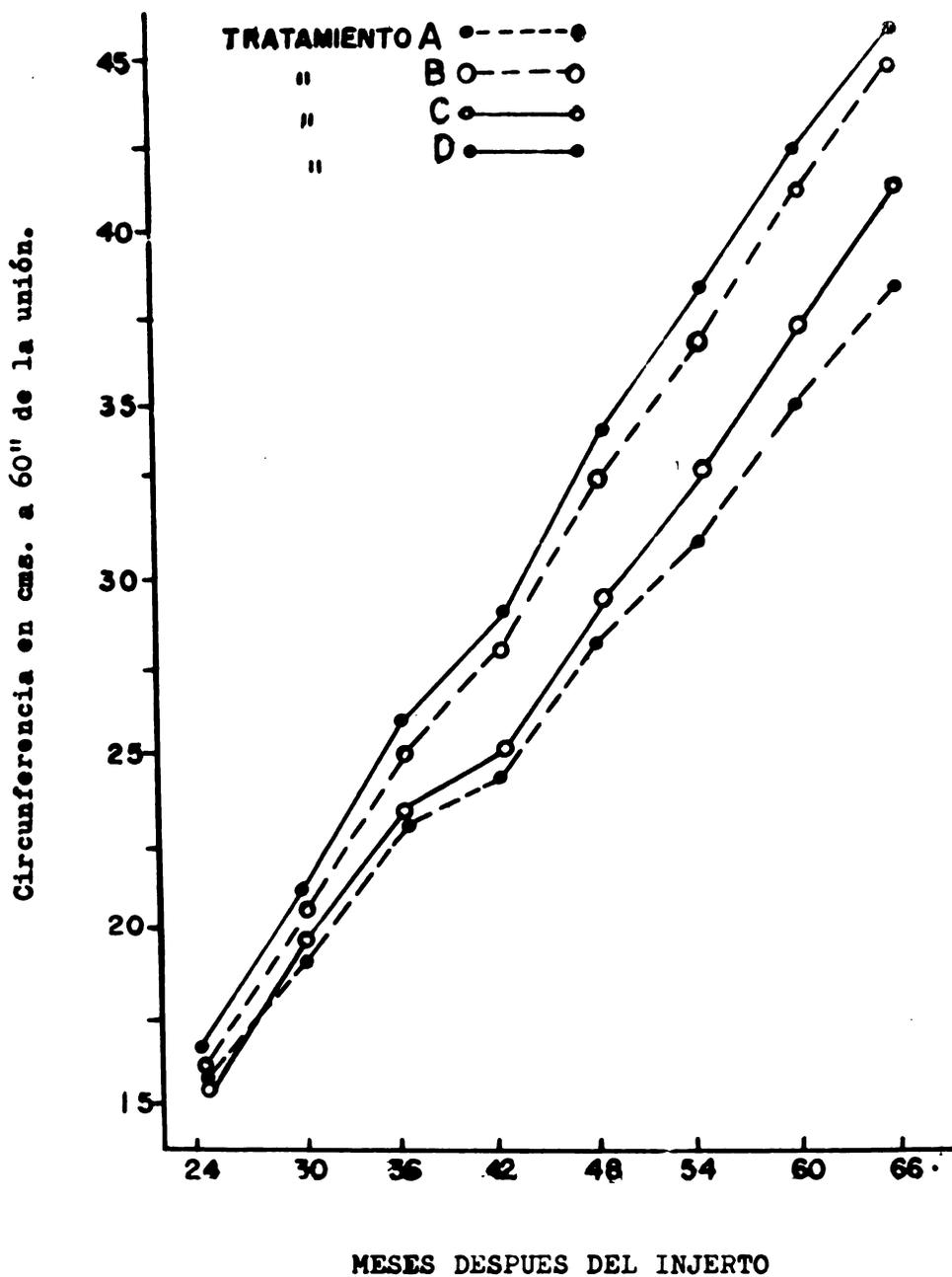
se siguieron midiendo en forma progresiva cada seis meses; los aumentos promedio por árbol, por medio año, fueron: 3.1, 10.5, 3.5, 8.1, 2.0, 5.9 y 2.9 cms. La última medida fue tomada en abril de 1958. Los cocientes de crecimiento entre la época de lluvias y la estación seca fueron: 3.39, 2.31, 2.95 a favor de la estación lluviosa.

Mainstone (37), experimentando con árboles de hule injertados, de 5 1/2 años de edad, hizo mediciones de la circunferencia cada seis meses. Encontró que una cobertura de leguminosas, junto con una fertilización alta en nitrógeno, aumentan el crecimiento de los árboles de hule.

Los tratamientos que él aplicó fueron:

	Tipo de cobertura	Nivel de sulfato de amonio
A.-	Natural	Bajo
B.-	leguminosas	bajo
C.-	natural	alto
D.-	leguminosas	alto

A continuación se observa las curvas de crecimiento en circunferencia obtenida en cada uno de los tratamientos.



Crecimiento promedio en circunferencia de los árboles de hule; parcelas con diferentes tratamientos. Según Mainstone (37).

Según Dijkman (12), el incremento en circunferencia de los árboles de Hevea brasiliensis, durante los primeros tres años es relativamente pequeño; pero tan pronto como el crecimiento en longitud cesa y las ramas empiezan a desarrollarse, se acelera el crecimiento en circunferencia. Después del octavo al décimo año, el crecimiento se va reduciendo gradualmente. El crecimiento en altura, durante los primeros cuatro años, aumenta a razón de 2 metros por año aproximadamente.

En Malaya (2), tomaron datos de crecimiento (en circunferencia) del clon RRIM 501 que fue usado como testigo para formular un sistema por medio del cual los resultados de las medidas en circunferencia de árboles de Hevea, pudieran clasificarse como crecimiento bajo, medio o alto.

El clon RRIM 501 tenía las siguientes medidas a las edades que se indican;

Años después del injerto	Nº de Ensayos	Promedio de circunferencia en pulgadas (a 60' de la unión del injerto)
2	55	6.5
4	43	13.8
5	43	17.2

Sharp (56), probó cruces de material mejorado por medio de polinizaciones a mano, a fin de investigar el crecimiento de la circunferencia del tronco en relación con la edad, el rendimiento en látex y la incidencia de la enfermedad "Brown Bast". La propagación se hizo por medio de semillas y los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Edad en años	Variación de circunf. en pulgadas (a 50" del suelo)	Promedio de circunferencia en pulgadas.
7	desde 15.7 hasta 27.5	21.6
9	" 20.2 " 32.4	25.9
11	" 23.0 " 36.7	28.7

Pocos estudios se han hecho sobre la medición de altura de los árboles de Hevea brasiliensis. Se considera que su mayor desarrollo lo tiene en los primeros 10 años, teniendo en los primeros 5 a 6 años su máxima actividad de desarrollo en altura (12).

Stanwood (57) informa del crecimiento de unos árboles de Hevea brasiliensis introducidos a Honduras por la Compañía United Fruit Co. Estas plantas fueron establecidas en Lancetilla en 1926-1927, quedando por selección, 300 árboles de los 500 plantados.

En 1944, 17 a 18 años después, estos árboles tenían una altura promedio de 75 pies, registrando un promedio de 38 pulgadas de circunferencia.

Meads (40), presenta los siguientes datos de crecimiento en circunferencia de árboles de hule en la península de Malaya. Estas medidas son de plantaciones con diferentes edades, densidades y condiciones de suelo; las medidas fueron tomadas a una altura de 3 pies del suelo.

Datos de crecimiento en circunferencia de acuerdo con la edad, en plantaciones de Malaya, según Meads (40).

Edad de los árboles	Circunf. prom. en pulgadas	Edad de los árboles, años	Circunf. prom. en pulgadas
8	27 1/2	15	31 1/4
9	25	16	33
10	35 1/4	17	34 1/4
11	33 3/4	18	34 1/4
12	31	19	40 1/2
13	28 1/4	20	37
14	32 1/2	21	38

El hecho de que los datos anteriores no muestren una relación entre la edad y la circunferencia de los árboles, se atribuye a varios factores que influyen en el desarrollo de los árboles, tales como: tipo de suelo, orientación del lugar de la plantación, condiciones de sanidad, prácticas de cultivos y densidades de plantación.

La Rue (33), opina que en la parte baja del Amazonas, la mayor parte de los árboles de hule tienen una altura de 15 metros o menos; pero en suelos aluviales más elevados, la altura de los árboles es mucho mayor. En Fazenda Palmaris tumbaron un árbol que midió 36.7 metros de altura, con una circunferencia de 2 metros; en otro ro-dal cercano se encontró otro de 36 metros de alto con 2.05 metros de circunferencia. Para calcular la edad de los árboles se ha usa-do el método común de contar los anillos de crecimiento, pero este método solamente es aplicable en zonas donde alternan una estación húmeda y una seca en el año.

Eady (16), presenta datos de crecimiento de H. brasiliensis de varias estaciones experimentales de la Costa de Oro, en Africa. De los datos que el considera como más importantes, están, el crecimiento del tallo en circunferencia y el incremento anual. A continuación se dan algunas cifras de diferentes regiones:

En Aburi, 166 árboles de 29 años de edad fueron medidos a 3 pies del suelo. El promedio de circunferencia fue de 50.8 pulgadas, el más pequeño tenía 17 pulgadas y el más grande 89 pulgadas.

Las Estaciones Experimentales de Tarkwa, Kumasi y Asuansi ofrecen datos de incremento anual que varían desde 4.27 pulgadas hasta 0.28 pulgadas, dependiendo de la edad de la plantación y de los factores ambientales.

#### Rendimiento:

Mendes (41) en 1943, sometió a explotación un pequeño rodal de 31 árboles con una edad aproximada de 33 años. Los árboles a esta edad variaban entre 112 cms. hasta 318 cms. de circunferencia a 1 metro del suelo. La circunferencia promedio de la mayoría de ellos era de 229.7 cms. Este lote de árboles fue plantado con el objeto de conocer su crecimiento y seleccionar los mejores.

Canacho (7), presenta datos de crecimiento en circunferencia y rendimiento de 27 clones resistentes (IAN y FX), en los Diamantes, Costa Rica.

Dentro de ese grupo de clones se encuentran los siguientes con sus datos de rendimiento y crecimiento respectivos:

Algunos clones ensayados en "Los Diamantes", Costa Rica  
según Camacho (7)

Clon.	Nº de árboles ensayados.	Promedio de circunferencia Dic. 1959 (Cm.)	Rendimiento por árbol por sangría (grs.)	Lugar que ocupó por su rendimiento
IAN 710	5	68.4	39.5	9
IAN 713	5	75.9	53.6	3
IAN 717	5	99.7	80.8	1
IAN 833	5	82.7	43.9	6
IAN 873	5	83.4	49.2	5
FX 2261	5	70.8	35.6	13

Los clones IAN fueron plantados en la época de mayo-nov. de 1946.

En una parcela experimental de Entre Ríos, Guatemala, se probaron 14 clones resistentes (IAN y FX), a continuación se presentan los datos correspondientes a los clones que se han usado en el presente estudio. Estos datos son los correspondientes al año de 1959.

Clones ensayados en Entre Ríos, Guatemala. Según Camacho (7)

---

Clon.	Nº de árboles ensayados.	Promedio de circunferencia (Cm.)	Rendimiento por árbol por sangría. (grs.)	Lugar que ocupó por su rendimiento
IAN 710	4	85.0	55.1	1
IAN 713	4	82.2	41.3	3
IAN 717	4	75.2	34.5	8
IAN 833	4	82.2	34.6	7
IAN 873	4	74.0	41.2	4
FX 2261	4	68.2	31.4	10

---

Estos clones fueron plantados en Agosto de 1947 y principiaron a explotarse  $4 \frac{1}{3}$  años después de su siembra.

## MATERIALES Y METODOS

El presente estudio ha consistido en observaciones y mediciones realizadas en plantaciones de árboles de hule, establecidas con fines comerciales. Estas observaciones se refieren a ecología y dendrometría, durante la primera etapa de desarrollo del Hevea brasiliensis bajo condiciones de cultivo.

### I.- LOCALIZACION DE LAS PLANTACIONES.

Zona 1. Sobre la vertiente del Atlántico de Costa Rica, en la Provincia de Limón, Cantón de Siquirres, en el Distrito El Cairo. Entre los 10° 07' de latitud Norte y 83° 31' de longitud Oeste, a 94 metros sobre el nivel del mar; allí la Compañía Goodyear Rubber Plantations, en su finca "La Francia", tiene una plantación de H. brasiliensis que ocupa una superficie aproximada de 1000 hectáreas. La región está comunicada con Turrialba y Limón por la vía férrea que va al Atlántico, en el ramal llamado Línea Vieja.

Zona 2. En la vertiente del Pacífico de Costa Rica, hacia el Sureste de la Provincia de San José, Cantón Pérez Zeledón, se encuentra San Isidro del General, entre los 09° 22' de latitud Norte y 83° 42' de longitud Oeste, con una elevación de 744 metros sobre el nivel del mar.

A 12 Kms. al Sureste, sobre la carretera Interamericana, en la localidad La Repunta y a una altitud de 580 metros sobre el nivel del mar, se encuentra una plantación de hule de 70 hectáreas, aproximadamente, en la finca "Webber".

## II.- DESCRIPCION DE LAS AREAS.

El ambiente ecológico de una región determinada, está formado por un conjunto de factores que actúan de diferentes maneras, dando como resultado la presencia de ciertas especies vegetales que caracterizan a esa región; por ello es conveniente hacer una descripción del clima, el suelo y la vegetación de las áreas donde se encuentran las plantaciones de Hevea brasiliensis bajo estudio.

### Zona I.

a.- Condiciones climáticas. La región tiene una precipitación pluvial anual de 3,722 mm., con lluvias durante todos los meses. El mes más lluvioso es diciembre, con 433 mm. El número de días con lluvia durante el año es de 253 (ver cuadro 1, gráficos 1 y 2).

La temperatura media anual es de 24.7°C, con una mínima promedio de 19°C y una máxima promedio de 30.5°C. Las temperaturas medias mensuales oscilan entre 23.4°C y 25.7°C (ver cuadro 2, p.40 y gráfico 3 del apéndice).

La humedad relativa promedio anual es de 84.8%; se conserva más o menos uniforme durante todo el año variando de 82% entre el mes de menor humedad a 85.9% para el mes más húmedo que es diciembre (ver cuadro 3 y gráfico 4).

"La Francia", finca donde se encuentra la plantación de hule, por sus condiciones de clima y localización, está en la zona de transición, entre las formaciones bosque muy húmedo de la faja subtropical y bosque húmedo de la región tropical, según la clasificación de Holdridge (25). Estas formaciones se encuentran

desde el nivel del mar hasta 600 ó 700 metros de elevación para las condiciones de Costa Rica (25).

De acuerdo con la clasificación de clima de Koeppen (31), esta región pertenece al clima tipo Af, o sea clima tropical lluvioso de selva. Las características de este tipo de clima son: período de lluvias sin período definido de sequía; la diferencia entre el mes más caluroso y el más frío es menos de 6°C. Ningún mes tiene temperaturas menores de 18°C.

b.- Generalidades sobre los suelos de la Francia. Morales (42) cita a Treadwell y otros que describen suelos vecinos (área del Cairo) como una "arcilla columbiana". Este suelo posiblemente fue originado por una corriente de barro producida por deposición del volcán Turrialba.

En la finca "La Francia" se tomaron datos sobre algunas propiedades físicas y químicas del suelo. Para ésto se hizo una excavación de 1 metro de ancho, 2 metros de largo y 2 de profundidad, (ver figuras 1 y 2), en un lugar escogido, donde la tierra no hubiera sido muy removida con nivelaciones o labores de cultivo y que a la vez suministrara una muestra que fuera representativa de la mayor parte de la superficie ocupada por las plantaciones de hule.

El perfil del suelo fue dibujado esquemáticamente, anotando el número de capas o estratos que lo formaban; el espesor de cada una y la profundidad a que se encontraba.

Además fueron tomados los datos de estructura, consistencia y permeabilidad de cada capa; para hacer estas observaciones fueron consultados varios textos de referencia (5,35,60).

El suelo de la finca "La Francia", varía de color desde pardo oscuro en la capa superior hasta rojo amarillento, según las cartas de color de Munsell (43). La estructura es granular fina y masiva en la parte inferior; la consistencia es suelta; tiene buena permeabilidad, (ver cuadro 10).

El pH del suelo fue determinado utilizando el potenciómetro de Beckmann, calibrando con dos soluciones amortiguadoras, una de pH 7 y otras de pH 4, (53). Entre los estratos hay una varia ción en la acidez de 4.4 a 4.7.

El contenido de materia orgánica es de 9.7% en el primer es trato, y se va reduciendo hasta 1.6% en el último; fue determina do por el método de Walkley-Black (53).

Los análisis de nitrógeno, fósforo y potasio fueron hechos en el Laboratorio de Investigaciones Agronómicas de la Universidad de Costa Rica. Los resultados de todas las propiedades ante riores se encuentran en los cuadros 10 y 11 del apéndice.

#### c.- Vegetación de la región.

El cultivo básico de la región es el cacao (Theobroma cacao L.); entre los cultivos de ciclo vegetativo corto se encuentran: maíz, yuca, arroz y frijol; también se cultivan cítricos, bananos y cocos.

Las especies forestales más comunes en la región son:

Nombre común	Nombre científico	Familia
Laurel	<u>Cordia alliodora</u>	Boraginaceae
Ojoche	<u>Brosimum sp.</u>	Moraceae
Ceiba	<u>Ceiba pentandra</u>	Bombacaceae
Gavilán	<u>Pentaclethra macroloba</u>	Mimosaceae
Guarumo	<u>Cecropia sp.</u>	Moraceae
Fruta dorada	<u>Virola sp.</u>	Myristicaceae
Guácimo colorado	<u>Luehea seemannii</u>	Tiliaceae
Balsa	<u>Ochroma lagopus</u>	Bombacaceae
Cedro macho	<u>Carapa slaterii</u>	Meliaceae
Javillo	<u>Hura crepitans</u>	Euphorbiaceae

1.- Establecimiento de la plantación estudiada.

La finca "La Francia" tiene una topografía plana o ligeramente ondulada. El sistema de plantación usado es el de hileras sin cultivo intercalado, con un espaciamiento entre hileras y árboles de 10.5 x 1.80 metros respectivamente en algunos lotes y 9.0 x 1.80 metros en otros. Estos espaciamientos dan una densidad de plantación de 495 y 505 árboles por hectárea respectivamente, (ver figs. 3 y 4).

El material usado en la plantación a que se refiere este estudio, se compone de los clones siguientes: IAN 710, IAN 713, IAN 717, IAN 833, IAN 873 y FX 2261.

Estos clones fueron seleccionados por reunir las características de alto rendimiento en látex y cierto grado de resistencia a las enfermedades, principalmente a la enfermedad sudamericana de

la hoja, producida por el hongo Dothidella ulei.

Las plantas fueron producidas en almacigales, sin conocer el origen genético de las semillas. Aproximadamente a la edad de 1 año, se injertaron los arbolitos con los clones antes mencionados; una vez prendido el injerto, se cortó el tallo principal del arbolito y se transplantaron a los lotes de plantación definitiva. Para los trabajos dendrométricos, se consideró la edad de los árboles desde las fechas de plantación en el lugar definitivo, resultando ser de 13, 28, 31, 34 y 40 meses. En algunos lotes fueron plantados los seis clones, en otros solamente tres o cuatro, utilizando unos en unas fechas de plantación y en otras los restantes; esta variación en fechas de plantación y clones usados, se aprecia en el cuadro N° 12 del apéndice.

Las prácticas culturales que se han hecho a la plantación son: aplicación de superfosfato a razón de una libra por planta en el momento del trasplante. Después solamente se efectuaron prácticas de limpia con machete, cada vez que se juzgaba conveniente, para evitar competencia con la maleza. Estas prácticas fueron más frecuentes en los árboles de menor edad.

La cobertura del suelo de la plantación está formada por gramíneas, predominando el pasto guinea (Panicum maximum Jacq.) y en segundo lugar el gamalote (Panicum fasciculatum Swartz.) Se hizo un intento en establecer cobertura de leguminosas utilizando Pueraria phaseoloides, pero ésta fue eliminada por las gramíneas. Posiblemente se haya debido a que la Pueraria es de hábitos rastreros y el pasto alcanza una altura de 2 metros o más (ver fig. 4).

**Fig. 1.- Perfil del suelo en  
Finca "La Francia".  
Profundidad 2 metros.**



**Fig. 2.- Perfil del suelo  
compuesto de 4 estratos.  
Finca "Webber".  
Profundidad 2 metros.**

Fig. 3.- Plantación comercial  
H. brasiliensis, de  
13 meses de edad.  
"La Francia".



Fig. 4.- Otro aspecto de la  
plantación de hule,  
árboles de 34 meses.  
"La Francia".

Zona II.

a.- Condiciones climáticas. Los datos de clima corresponden a precipitación, temperatura, humedad relativa y fueron tomados en la estación meteorológica de San Isidro del General. La finca "Webber", donde está la plantación de hule, tiene una altitud de 580 metros sobre el nivel del mar, y San Isidro del General 744 m., habiendo una diferencia en altitud de 164 metros. Hubo que recurrir a estos datos, por no encontrarse datos tomados en el mismo lugar.

La precipitación pluvial total, durante el año es de 2,978 mm., con un período de sequía marcado durante los meses de enero, febrero y marzo. La época regular de lluvias principia en abril, aumentando la intensidad de éstas paulatinamente mes a mes hasta alcanzar su máximo en octubre, con un total mensual de 590 mm., y reduciéndose bruscamente la precipitación en los dos meses siguientes, hasta volver a entrar en el período de sequía. Los días con lluvia suman un total de 199 durante el año (ver cuadro 1, gráficos 1 y 2).

La temperatura media anual en San Isidro del General es de 22.7°C, con una mínima promedio de 17.5°C y una máxima promedio de 28.1°C; las temperaturas medias mensuales oscilan entre 22.3°C y 23.6°C. (Ver cuadro 2, gráfico 3).

La humedad relativa se puede considerar alta durante todo el año, con un promedio anual de 89.5%, habiendo una variación entre

el mes menos húmedo y el más húmedo de 9.3% (véase cuadro 3, Pág. 41, gráfico 4).

Si se toma en cuenta que la temperatura sube aproximadamente a razón de .6°C por cada 100 metros de diferencia de elevación, o en este caso de descenso, la diferencia de altitud involucra una diferencia de temperatura igual a .98°C, lo que sumado a 22.7°C da un total de 23.68°C de temperatura media anual para la finca Webber".

Con los datos climáticos anteriores y según el sistema de clasificación de las formaciones vegetales de Holdridge (25,26), este lugar está en la zona de transición entre la formación bosque muy húmedo de la faja subtropical y el bosque tropical húmedo, ambos de la región tropical.

De acuerdo con la clasificación de climas de Koeppen (31), esta región pertenece al clima tipo Am llamado clima tropical lluvioso de bosque.

#### b.- Generalidades sobre los suelos del Valle de El General.

Dóndoli (13) indica que la composición de los suelos de este Valle es muy compleja. Gran parte del Valle del General está formado por depósitos aluviales. Los materiales que forman este aluvión resultan ser en su mayoría de origen volcánico, particularmente dioríticos y andesíticos-basálticos; las características parecen ser de suelos lateríticos.

En la finca "Webber" también se hizo una excavación para estudiar el perfil del suelo y se efectuaron los trabajos en la misma forma como se procedió en la finca "La Francia".

Cuadro 1. Datos de precipitación normal correspondientes a las estaciones meteorológicas, finca "La Francia" y San Isidro del General. (Los datos son totales promedios de 19 y 16 años de observaciones respectivamente).

Estaciones meteorológicas				
Meses	"La Francia" (Cairo)		San Isidro del General.	
	Precipitación normal en mm.	Promedio de días con lluvia <sup>+</sup>	Precipitación normal en mm.	Promedio de días con lluvia <sup>+</sup>
Enero	283.0	22	28.4	5
Febrero	227.4	19	15.5	4
Marzo	160.2	16	22.7	3
Abril	208.6	17	140.5	12
Mayo	403.4	23	366.8	23
Junio	383.9	22	330.1	22
Julio	404.6	25	343.5	23
Agosto	265.3	23	390.2	25
Septiembre	210.2	17	393.2	24
Octubre	344.9	23	590.6	28
Noviembre	397.0	23	262.9	20
Diciembre	433.4	23	93.7	10
<b>Totales</b>	<b>3721.9</b>	<b>253</b>	<b>2978.1</b>	<b>199</b>

+ El promedio de días con lluvia fue tomado de 10 años de observaciones correspondientes al período 1951-1960 y calculado de los datos originales.

Cuadro 2. Valores normales de temperatura, máxima, mínima y media correspondientes a las estaciones meteorológicas de "La Francia" y San Isidro del General. (Los datos son promedios de 19 y 16 años de observaciones respectivamente).

Meses	Estaciones Meteorológicas					
	"La Francia" (Cairo)			San Isidro del General		
	Máxima °C	Mínima °C	Media °C	Máxima °C	Mínima °C	Media °C
Enero	29.8	17.4	23.4	28.0	16.6	22.3
Febrero	29.5	17.5	23.4	29.1	16.8	22.9
Marzo	29.9	18.4	24.2	29.8	17.1	23.4
Abril	30.7	19.0	25.2	29.2	18.0	23.6
Mayo	31.1	19.7	25.5	28.2	18.3	23.2
Junio	31.2	19.9	25.5	27.9	18.2	23.1
Julio	30.6	19.6	24.8	27.7	17.9	22.8
Agosto	30.8	19.6	25.2	28.0	17.6	22.8
Setiembre	31.8	19.7	25.7	27.7	17.3	22.5
Octubre	30.9	19.5	25.2	26.9	17.7	22.3
Noviembre	30.1	19.1	24.5	26.9	17.7	22.3
Diciembre	29.5	18.3	23.9	27.3	17.3	22.3
Prm. anual	30.5	19.0	24.7	28.1	17.5	22.7

Cuadro 3. Datos de humedad relativa correspondientes a las estaciones meteorológicas de "La Francia" y San Isidro del General.

Estaciones Meteorológicas		
Meses	"La Francia" <sup>+</sup> (Cairo) %	San Isidro del General <sup>++</sup> %
Enero	84.8	85.7
Febrero	85.4	84.9
Marzo	84.2	83.8
Abril	84.5	85.6
Mayo	84.6	89.4
Junio	85.4	91.8
Julio	86.2	92.1
Agosto	85.3	92.3
Septiembre	82.0	91.6
Octubre	84.2	92.8
Noviembre	85.0	93.1
Diciembre	85.9	90.6
Prom. anual	84.8	89.5

+ Estos datos fueron tomados de los originales y corresponden al período 1951-1960.

++ Estos datos fueron tomados de los originales y corresponden al período Julio de 1954 a Noviembre de 1959, por ser los únicos disponibles.

El color del suelo en la finca "Webber" es pardo en la superficie y en los estratos bajos varía de pardo amarillento a rojo amarillento (43). La estructura es granular; la consistencia es suelta y friable; el pH varía de 4.7 a 6.2; hay poca materia orgánica y el contenido de elementos mayores es bajo, principalmente el nitrógeno y el fósforo. Los resultados de los análisis se pueden ver en los cuadros 10 y 11 del apéndice.

c.- Vegetación de la región.

Los cultivos agrícolas de esta región son muy variados, pero principalmente se cultivan cereales tales como maíz y arroz; también se cultiva yuca, banano, tabaco, caña de azúcar, café, cacao y cítricos.

Algunas de las especies forestales que se encuentran en esta región son:

Nombre común	Nombre científico	Familia
Laurel	<u>Cordia alliodora</u>	Boraginaceae
Ira rosa	<u>Nectandra sanguinea</u>	Lauraceae
Gavilán	<u>Pentaclethra macroloba</u>	Mimosaceae
Cedro	<u>Cedrela sp.</u>	Meliaceae
Ceiba	<u>Ceiba pentandra</u>	Bombacaceae
Hule	<u>Castilla elastica</u>	Moraceae
Guarumo	<u>Cecropia sp.</u>	Moraceae
Guácimo macho	<u>Luehea seemannii</u>	Tiliaceae
Cedro amargo	<u>Cedrela mexicana</u>	Meliaceae
Jagua	<u>Genipa codonocalyx</u>	Rubiaceae

d.- Establecimiento de la plantación estudiada.

La finca "Webber" situada en el Valle del General, con una elevación de 580 metros, tiene una topografía ligeramente inclinada, orientada de sur a norte, con algunas acequias que corren en esta misma dirección y que facilitan el drenaje de los suelos.

El sistema de plantación usado es el de calles o avenidas, con un espaciamiento de 3 metros entre las 2 hileras que forman la calle y 28.40 metros entre cada calle; la distancia entre árboles es de 2.5 metros, este espaciamiento da una densidad de 320 árboles de hule por hectárea. Dentro del espacio entre una avenida y otra (28.40 m.) se cultiva café (Coffea arabica) como cultivo intercalado, y dentro del café se colocaron árboles de guaba (Inga sp.) para proporcionar sombra al café. El espaciamiento en el café es de 2.70 metros entre hileras y 1.25 metros entre plantas. El espacio entre la hilera de hule y la hilera contigua de café es de 3.40 metros.

Los mismos clones estudiados en la finca "La Francia" se encuentran en la finca "Webber", con excepción del clon IAN 833. El material clonal fue enviado a este lugar por conducto de la Estación Experimental de hule de Turrialba en 1957. Anteriormente ya se había ensayado este cultivo con una cantidad limitada de árboles de tres componentes, mientras que los clones actuales tienen la ventaja de producir árboles con un solo injerto.

Las plantas fueron producidas por injerto en la misma forma explicada anteriormente para la finca "La Francia", pero aquí se



Fig. 5.- Cultivos intercalados hule-café.  
Aspecto del suelo después de una  
práctica de cultivo. Finca "Webber".



Fig. 6.- Cobertura del suelo, época de lluvias.  
Arboles de 32 meses (H. brasiliensis).  
Finca "Webber".

deja brotar el vástago del injerto y crecer en el almácigo por término de un año; después de este tiempo, se corta el tallo principal, 35 a 40 cm. encima de la unión del injerto y se transplanta al lugar de plantación definitivo (ver figs. 7 y 8). La edad de los árboles para efectuar las mediciones, se contó a partir de la fecha de transplante, siendo las edades siguientes: 8, 20, 32 y 44 meses.

Aún cuando no hay un registro exacto en cuanto al número de plantas de cada clon, se sabe que al hacer los injertos se usaron los 5 clones más o menos en la misma proporción.

Las prácticas culturales que se han hecho a la plantación son: aplicación de fertilizantes durante los primeros dos años después del transplante, a razón de  $\frac{1}{2}$  libra por árbol por año, de la fórmula 12-24-12; desyerbas entre las hileras con maquinaria agrícola, empleando machete en las partes más cercanas a los árboles (ver fig. 5). Esta práctica se efectúa cada vez que se cree conveniente. La cobertura del suelo se compone de gramíneas y plantas anuales (ver fig. 6).

### III.- Mediciones efectuadas.

#### A.- Selección de las muestras.

En cada una de las plantaciones se midieron 400 árboles de Hevea brasiliensis, estando distribuidas las edades y el número de árboles medidos en la siguiente forma:



**Fig. 7.- Arbolito de hule, colocado en su lugar definitivo de plantación, Finca "Webber".**



**Fig. 8.- Arbol de hule. Obsérvese la poda del portainjerto y rebrote. Finca "Webber".**

Finca "La Francia"		Finca "Webber"	
Edad en meses	Nº de árboles medidos	Edad en meses	Nº de árboles medidos
13	100	8	100
28	100	20	100
31	50	32	100
34	50	44	100
40	<u>100</u>		<u>        </u>
Total	400		400

Como se conocía el número de hileras que había en cada lote, así como el número de árboles en cada hilera, se tomó cierto número de ellos en cada una de las hileras, desde la primera hasta la última para que la muestra fuera más o menos representativa de la población de cada edad.

Las hileras y árboles de los bordes no fueron tomados en cuenta para las mediciones.

#### B.- Medición del diámetro.

Vidal y Constantino (62) indican una serie de instrumentos para tomar la medida del diámetro de los árboles, tales como: forcípulas, dendrómetros, cintas métricas, etc., habiéndolos de diferentes tipos y tamaños. Para el presente estudio se usó cinta diamétrica, graduada en pulgadas con divisiones en décimos y centésimos de pulgada.

La medida del diámetro de los árboles se efectuó a la altura de 1.40 metros y con una aproximación hasta centésimos de pulgada. En árboles de 8 y 13 meses de edad, por tener gran número de ellos una altura menor de 1 metro, el diámetro se les midió a 35 cm. de la base (ver figs. 9 y 10).



Fig. 9.- Medición del diámetro, árboles de H. brasiliensis de 40 meses de edad.



Fig. 10.- Medición del diámetro, árboles de 32 meses de edad.

Todos los árboles medidos fueron marcados con crayón graso de color rojo, en el lugar donde se tomó la medida, por si se desea hacer otras en años posteriores. Además, cada árbol medido se marcó con un número progresivo, iniciándose tantas veces la numeración como edades se encontraron.

Los datos fueron anotados en fórmulas especiales para inventarios forestales. Se hizo la conversión de las medidas tomadas en pulgadas a centímetros, multiplicando por 2.5.

#### C.- Medición de la altura total.

La altura de los árboles puede medirse directa o indirectamente, usando en el primer caso, varas o jalones y en el segundo, aparatos denominados hipsómetros.

En el presente estudio se usaron ambos sistemas; los árboles pequeños fueron medidos con una cinta metálica, de 1 metro y una regla graduada de madera, con una longitud de 2 metros, siendo posible con ésta medir árboles hasta de 4 metros de altura. Para árboles de mayor altura se usó el nivel Abney, con la escala de  $\frac{1}{2}$  (ver figs. 11 y 12).

#### D.- Correlaciones determinadas.

1.- Correlación diámetro - edad. Con las medidas diamétricas de 50 árboles por cada edad, tomados al azar de las muestras representativas de las poblaciones de H. brasiliensis y para cada una de las regiones, se calculó la correlación que hay entre el crecimiento en diámetro de los árboles y la edad siguiendo las instrucciones de Calzada Benza (6).

En este caso se puso el diámetro como una característica dependiente y la edad como una característica independiente.

Fig. 11.- Midiendo la altura total,  
árbol de H. brasiliensis.  
Finca "Webber"



Fig. 12.- Arboles de 44 meses  
de edad, altura pro  
medio 7.64 mts.

El coeficiente de correlación fue calculado por la fórmula siguiente:

$$r = \frac{SP_{x.y}}{\sqrt{SC_x \cdot SC_y}}$$

Se probó la significación del coeficiente de correlación al 0.05 por medio de la tabla de r.

La relación entre el diámetro y la edad se determinó por el procedimiento del coeficiente de regresión, según la fórmula siguiente:

$$b_{yx} = \frac{SP_{x.y}}{SC_x}$$

Se aplicó la ecuación de regresión  $\hat{y} = \bar{y} + b_{yx}(x - \bar{x})$

Colocando los valores calculados en un sistema de coordenadas rectangulares, se trazó la línea de regresión para cada zona (ver gráficos 5 y 6).

Usando los coeficientes de regresión de cada zona, se calcularon las medidas del diámetro para 1, 2, 3, y 4 años, haciendo la comparación del crecimiento diamétrico entre las dos zonas (ver cuadro 4).

Se hizo la distribución de clases diamétricas para cada edad y para cada zona (ver gráficos 7 y 8).

Con base en la distribución de clases diamétricas, se formó la clasificación de crecimiento diamétrico en términos de vigor

para cada una de las localidades (ver cuadros 8 y 9).

2.- Correlación altura - edad. Para determinar la correlación que hay entre el crecimiento en altura con la edad de los árboles, se siguió el mismo procedimiento utilizado para la correlación diámetro-edad. Los cálculos fueron hechos con el mismo número de árboles para cada edad y por separado para cada zona. Los valores calculados se colocaron en un sistema de coordenadas rectangulares como lo muestran los gráficos 9 y 10.

Usando los coeficientes de regresión de cada zona se calcularon las medidas de crecimiento en altura total para 1, 2, 3 y 4 años, haciendo la comparación del crecimiento en altura entre las dos zonas, (ver cuadro 6).

También se hizo la distribución de clases de altura total para cada edad y para cada localidad (ver gráficos 11 y 12).

Con base en la distribución de clases de altura, se formó la clasificación de crecimiento en altura total en términos de vigor (ver cuadros 8 y 9).

3.- Correlación diámetro - altura total. De la misma manera como fueron hechas las correlaciones anteriores, se determinó la correlación diámetro - altura total de los árboles para cada región estudiada. En este caso se tomó el diámetro como una característica dependiente de la altura (ver gráficos 13 y 14).

## RESULTADOS Y DISCUSION

### 1.- Crecimiento del Hevea brasiliensis.

a.- Correlación diámetro - edad. De acuerdo con los cálculos de correlación entre el diámetro y la edad para las dos zonas donde se encuentran las plantaciones de H. brasiliensis, los resultados fueron los siguientes:

El coeficiente de correlación para la finca "La Francia" es  $r = 0.781$  y para la finca "Webber"  $r = 0.943$ ; ambos valores muestran que hay una relación muy estrecha entre el crecimiento diamétrico y la edad de los árboles.

No fué necesario hacer la prueba de significación, debido a que dichos valores se consideran demasiado altos.

Elevando cada uno de estos valores al cuadrado, obtenemos el coeficiente de determinación que se representa por  $r^2$ . Este coeficiente multiplicado por 100 expresa el porcentaje de relación que existe entre el crecimiento diamétrico de los árboles con la edad.

Efectuando las operaciones tenemos:

	Finca "La Francia"	Finca "Webber"
Coef. de correlación	$r = 0.781$	0.943
Coef. de determinación	$r^2 = 0.6099$	0.8892
Relación entre las 2 variables, en %	$0.6099 \times 100 = 60.99 \%$	$0.8892 \times 100 = 88.92 \%$

Para obtener el crecimiento diamétrico promedio mensual, fue calculado el coeficiente de regresión representado por  $byx$ , obteniéndose los siguientes resultados para cada zona:

Finca "La Francia"

$byx = 0.151$

Finca "Webber"

$byx = 0.185$

Estas cantidades están expresadas en cms. de diámetro, promedio mensual que crecen los árboles de hule en cada una de las zonas estudiadas.

Fue calculada la línea de regresión para cada lugar y trazada en un sistema de coordenadas rectangulares como lo muestran los gráficos 5 y 6. Los puntos que están sobre la línea, representan las medidas diamétricas calculadas con la ecuación de regresión para cada edad y los puntos fuera de la línea, representan las medidas extremas de la muestra tomada en cada edad encontrada en las plantaciones.

Con los coeficientes de regresión se calcularon los valores diamétricos para 1, 2, 3 y 4 años de edad, multiplicando el valor del coeficiente de regresión por el número de meses para cada una de las edades antes mencionadas; los resultados se encuentran en el cuadro 4.

Las diferencias diamétricas entre las dos localidades, se encuentran en el número 4. El incremento diamétrico anual en árboles de 1 a 4 años de edad es de 1.81 cm. para la finca "La Francia" y 2.22 cm. para la finca "Webber".

Cuadro 4. Comparación de crecimiento diamétrico del árbol del hule en dos zonas, calculado a base de los coeficientes de regresión.

Finca "La Francia"		Finca "Webber"	
Edad en años	Diámetro en cms.	Diámetro en cms.	Diferencias
1	1.81	2.22	.41
2	3.62	4.44	.82
3	5.43	6.66	1.23
4	7.24	8.88	1.64

De lo anterior se deduce que, el crecimiento diamétrico del árbol del hule de 1 a 4 años de edad en los dos lugares es semejante, a pesar de que las condiciones ecológicas y las prácticas de cultivo son diferentes.

Cuadro 5. Valores diamétricos, reales y estimados para las dos zonas estudiadas.

WEBBER			LA FRANCIA		
Edad en meses	Valores <sup>x</sup> reales cm.	Valores <sup>xx</sup> estimados cm.	Edad en meses	Valores <sup>x</sup> reales cm.	Valores <sup>xx</sup> estimados cm.
8	1.4	0.70	13	1.6	1.62
20	1.9	2.92	28	3.8	3.88
32	5.1	5.14	31	3.9	4.34
44	7.7	7.36	34	5.2	4.79
			40	5.6	5.70

x Promedio aritmético de 50 árboles en cada edad.  
 xx Valores calculados con ecuación de regresión a 50 árboles de cada edad.

El cuadro anterior muestra los valores obtenidos por simples promedios aritméticos y los calculados a base del coeficiente de regresión para cada una de las edades encontradas.

Colocando los valores diamétricos de 50 árboles y con los promedios aritméticos de cada edad, en un sistema de coordenadas rectangulares, se trazaron gráficos de crecimiento diamétrico y entre éstos se dibujó una curva a simple vista, tratando que ésta pasara por la mayor concentración de puntos (ver gráficos 15 y 16).

Distribución de clases diamétricas y clasificación de  
crecimiento diamétrico en términos de vigor

Los gráficos 7 y 8 muestran la forma cómo están distribuidas las clases diamétricas en cada edad; observándose a la vez que conforme aumenta la edad de los árboles, se hace más amplio el rango de distribución de las clases, por ejemplo: a los 8 meses hay solamente tres clases diamétricas y de 40 a 44 meses hay seis y ocho clases respectivamente.

Con base en la distribución de clases diamétricas se hizo la clasificación del crecimiento diamétrico en términos de vigor, adoptando la terminología usada en el Instituto de Investigación de Hule en Malaya (2). Las clasificaciones aparecen en los cuadros 8 y 9.

Relativamente muy poca importancia se ha dado a las mediciones de crecimiento diamétrico del H. brasiliensis en los primeros tres años de edad, pues tanto los cultivadores como los investigadores se interesan más en las medidas, cuando consideran que la circunferencia de los árboles está próxima a alcanzar los 45 cm. a 1 ó 1.5 metros de altura. Esta medida determina si los árboles tienen un tamaño apropiado para su explotación, y generalmente esto ocurre entre los 4 y 7 años de edad. Las medidas de diámetro y altura reportadas para 1, 2, 3, y 4 años, han sido tomadas a clones completamente diferentes a los utilizados en las plantaciones establecidas en Costa Rica. Tomando en cuenta que las condiciones ecológicas, sistemas de plantación, densidad de los árboles, prácticas culturales y otros factores son diferentes, y como todos

ellos influyen en el crecimiento, la comparación directa entre los resultados obtenidos en otros lugares con los encontrados en este estudio debe hacerse con reserva.

Dijkman (12) reporta los siguientes datos del clon LCB 510.

Espaciamiento 10 x 10 metros.    Espaciamiento 6 x 7 metros.

Edad años	Diámetro en cm.	Diámetro en cm.
1	1.2	1.7
2	3.8	4.2
3	7.3	7.9
4	12.1	12.4

Los datos presentados por el Instituto de Investigaciones de Hule en Malaya (2) para el clon RRIM 501 a 2 y 4 años de edad son: 5.17 cm. de diámetro para 2 años y 10.98 cm. para 4.

Analizando los resultados reportados por Dijkman, así como los encontrados en Malaya, y al compararlos con los de este estudio, es posible formarse una idea de la variación que existe entre los crecimientos obtenidos en otros lugares del mundo:

Edad años	Según Dijkman (12)		Malaya (2) Diámetro en cm.	Costa Rica	
	Espaciamiento 10 x 10 m.	Espaciamiento 6 x 7 m.		"La Francia"	"Webber"
	Diámetro en cm.	Diámetro en cm.		Diámetro en cm.	Diámetro en cm.
1	1.2	1.7		1.8	2.2
2	3.8	4.2	5.1	3.6	4.4
3	7.3	7.9		5.4	6.6
4	12.1	12.4	10.9	7.2	8.8

Observando las anteriores cifras de crecimiento diamétrico a la edad de 4 años obtenidas en otras partes donde se cultiva el árbol del hule, con condiciones ecológicas diferentes, material clonal también diferente, al utilizado en las plantaciones que trata este estudio, se nota que el crecimiento es mayor en esas regiones ya que a esta edad, en la finca "La Francia" el diámetro fue de 7.24 cm. y en la finca "Webber", 8.88 cm.

En Ceylán, De Silva (11) menciona incrementos en circunferencia que varían desde 2.7" (2.1 cm. de diámetro) a 3.0" (2.43 cm. de diámetro) en 12 meses de crecimiento. Aunque no se debe hacer una comparación directa, se observa que el crecimiento en la finca "Webber" se encuentra dentro de los valores anotados por De Silva; pero el de la finca "La Francia" es inferior a ellos.

b.- Correlación altura - edad. Los coeficientes de correlación entre el crecimiento en altura de los árboles de hule y la edad en meses son de:  $r = 0.865$  para la finca "La Francia" y  $r = 0.743$  para la finca "Webber".

Los resultados anteriores muestran que hay una correlación muy estrecha entre el crecimiento en altura total y la edad de los árboles.

No fue necesario hacer la prueba de significación, pues los valores se consideran altos.

Los coeficientes de determinación para cada zona:  
 $r^2 = .7842$  para la finca "La Francia" y  $r^2 = .5520$  para la finca "Webber". Estos coeficientes multiplicados por 100 dan 78.42 % y 55.20 % respectivamente. Estas cantidades representan el porcen-

taje de relación que existe entre el crecimiento en altura total de los árboles y la edad en meses de los mismos.

Los crecimientos promedios mensuales en altura total para cada una de las regiones estudiadas fueron determinados por medio del coeficiente de regresión; siendo los siguientes:

Finca "La Francia"

$$byx = 0.218$$

Finca "Webber"

$$byx = 0.199$$

Estos resultados indican que en la finca "La Francia" hay un crecimiento mensual promedio de 21.8 cm, y en la finca "Webber", 19.9 cm.

Con los promedios mensuales anteriores obtenidos para cada zona, se calcularon las medidas de altura total a las edades de 1, 2, 3 y 4 años. Los resultados aparecen en el cuadro 6.

Al hacer la comparación de los crecimientos entre las dos zonas, se sacaron las diferencias en cada edad. Los valores de crecimiento en altura son mayores en la finca "La Francia".

Cuadro 6, Comparación de crecimiento en altura total del árbol del hule en dos zonas, con valores calculados a base de los coeficientes de regresión.

Finca "La Francia"		Finca "Webber"	
Edad en años.	Altura total en metros.	Altura total en metros	Diferencia
1	2.61	2.38	.23
2	5.22	4.76	.46
3	7.84	7.16	.68
4	10.46	9.54	.91

Los incrementos anuales en altura total de los árboles, obtenidos por medio de los coeficientes de regresión son: para la finca "La Francia" 2.61 metros y para la finca "Webber" 2.38 metros.

Cuadro 7. Valores de altura total, reales y estimados para las dos zonas estudiadas.

W E B B E R			L A F R A N C I A		
Edad en meses	Valores <sup>x</sup> reales cm.	Valores <sup>xx</sup> estimados cm.	Edad en meses	Valores <sup>x</sup> reales cm.	Valores <sup>xx</sup> estimados cm.
8	.51	.71	13	1.85	1.93
20	2.82	3.09	28	5.17	5.20
32	6.07	5.48	31	5.84	5.85
44	7.60	7.87	34	6.92	6.51
			40	7.54	7.82

x Promedio aritmético de 50 árboles en cada edad.  
 xx valores calculados con ecuación de regresión a 50 árboles de cada edad.

El cuadro 7 muestra los valores estimados por promedios aritméticos y los valores estimados con el coeficiente de regresión, para cada una de las edades encontradas.

Distribución de clases de altura y clasificación de  
crecimiento en altura, considerados como términos  
de vigor.

Los gráficos 11 y 12 representan las distribuciones de clases en altura de los árboles, en cada una de las edades encontradas de las plantaciones de H. brasiliensis y el porcentaje que se considera con buen crecimiento dentro de las muestras representativas tomadas.

Con base en la distribución de clases de altura se hizo la clasificación de crecimiento en altura total de los árboles de hule a diferentes edades (cuadros 8 y 9). Los valores de esta clasificación están dados en términos de vigor de crecimiento.

Los resultados de crecimiento en altura total obtenidos en las regiones estudiadas hasta la edad de 4 años, son mayores a los reportados en Malaya (17).

Crecimiento en altura total del árbol del hule,  
a diferentes edades.

Malaya (17)		C o s t a R i c a		
Edad meses	Altura en m.	Edad años	"La Francia"	"Webber"
11	1.26	1	2.61	2.38
25	3.69	2	5.23	4.76
35	6.99	3	7.84	7.16
47	7.92	4	10.46	9.54

Como los resultados obtenidos en Malaya, corresponden a un material clonal diferente, bajo condiciones ecológicas y de cultivo también diferentes a las de Costa Rica, no es conveniente hacer comparaciones directas entre los dos países.

Referente al crecimiento en altura total de los árboles, se puede decir en términos generales, que los primeros 4 años de edad, el árbol de hule crece alrededor de 2 metros por año.

Este valor de crecimiento coincide con lo indicado por Dijkman (12), bajo experiencias obtenidas en plantaciones del Lejano Oriente.

c.- Correlación diámetro-altura total. Los gráficos 13 y 14 muestran la variación de crecimiento que hay entre el diámetro en relación con la altura total de los árboles. Según los resultados de los coeficientes de correlación, puede verse que hay una estrecha relación entre las dos variables; en este caso se tomó el diámetro como una variable dependiente de la altura.

Los coeficientes de regresión indican que en la finca "La Francia", por cada metro de altura que crecen los árboles de hule, aumentan en diámetro 0.69 cm., mientras que en la finca "Webber" por cada metro de altura, hay un incremento diamétrico de 0.85 cm.

Cuadro 8. Promedio de diámetro y altura total en árboles de Hevea brasiliensis y clasificaciones en términos de vigor. Finca "La Francia".

		Finca "La Francia", El Cairo			
Meses después del trasplante	13	28	31	34	40
Número de árboles medidos	100	100	50	50	100
Promedio de diámetro en centímetros	1.70	3.80	3.99	5.24	5.55
Promedio de altura total en metros	1.90	5.26	5.86	6.94	7.45
<b>Clasificación de diámetros en centímetros, términos de vigor para la región de El Cairo</b>					
Muy bajo		menor de 2	menor de 2	menor de 3	menor de 3
Bajo	menor de 0.9	de 2 - 2.9	de 2 - 2.9	de 3 - 3.9	de 3 - 3.9
Normal	de 1 - 1.9	de 3 - 3.9	de 3 - 3.9	de 4 - 4.9	de 4 - 4.9
Vigoroso	de 2 - 2.9	de 4 - 4.9	de 4 - 4.9	de 5 - 5.9	de 5 - 5.9
Sobresaliente	mayor de 3	mayor de 5	mayor de 5	mayor de 6	mayor de 6
<b>Clasificación de alturas en metros, términos de vigor para la región de El Cairo</b>					
Muy bajo		menor de 3	menor de 4	menor de 5	menor de 6
Bajo	menor de .90	de 3 - 3.9	de 4 - 4.9	de 5 - 5.9	de 6 - 5.9
Normal	de 1 - 1.9	de 4 - 4.9	de 5 - 5.9	de 6 - 5.9	de 7 - 7.9
Vigoroso	de 2 - 2.9	de 5 - 5.9	de 6 - 6.9	de 7 - 7.9	de 8 - 8.9
Sobresaliente	mayor de 3	mayor de 6	mayor de 7	mayor de 8	mayor de 9

Cuadro 9. Promedio de diámetro y altura total en árboles de Hevea brasiliensis y clasificaciones en términos de vigor. Finca "Webber".

Finca "Webber", San Isidro del General				
Meses después del trasplante	8	20	32	44
Número de árboles medidos	100	100	100	100
Promedio de diámetro en centímetros	1.39	1.90	5.04	7.64
Promedio de altura total en metros	.52	2.80	6.15	7.52
Clasificación de diámetros en centímetros, términos de vigor para la región de San Isidro del General				
Muy bajo	menor de 0.9	menor de 0.9	menor de 3	menor de 6
Bajo	de 1 - 1.9	de 1 - 1.9	de 3 - 3.9	de 6 - 6.9
Normal	de 2 - 2.9	de 2 - 2.9	de 4 - 4.9	de 7 - 7.9
Vigoroso	mayor de 3.0	mayor de 3.0	de 5 - 5.9	de 8 - 8.9
Sobresaliente			mayor de 6	mayor de 9
Clasificación de alturas en metros, términos de vigor para la región de San Isidro del General				
Muy bajo	menor de 0.9	menor de .90	menor de 4	menor de 6
Bajo	de 1 - 1.9	de 1 - 1.9	de 4 - 4.9	de 6 - 6.9
Normal	de 2 - 2.9	de 2 - 2.9	de 5 - 5.9	de 7 - 7.9
Vigoroso	de 3 - 3.9	de 3 - 3.9	de 6 - 6.9	de 8 - 8.9
Sobresaliente	mayor de 4	mayor de 4	mayor de 7	mayor de 9

## CONCLUSIONES

Muchos de los países latinoamericanos poseen pequeñas o extensas áreas que tienen condiciones de clima y suelo aptas para el cultivo de Hevea brasiliensis Muell Arg.

Para fomentar este cultivo, el cual es la mejor fuente de una importante materia prima para la industria, el hule natural, se hace necesario ensayar los clones producidos y seleccionados mediante métodos de fitomejoramiento. Un número de clones han demostrado características deseables como material de alto rendimiento en látex y un buen grado de resistencia a la enfermedad sudamericana de la hoja, producida por el hongo Dothidella ulei, que durante mucho tiempo ha actuado como un factor limitante en el fomento de este cultivo. Entre esos clones se encuentran IAN 710, IAN 713, IAN 717, IAN 833, IAN 873 y FX 2261.

Los ensayos de introducción deben tener como objeto probar cuál o cuáles de los clones tienen mejor adaptabilidad a las diferentes zonas ecológicas de los países con regiones tropicales apropiadas para que el H. brasiliensis sea desarrollado en forma satisfactoria.

Los resultados y conclusiones son los siguientes:

1). En ambas zonas las condiciones climatológicas son adecuadas para el cultivo del Hevea brasiliensis.

2). Los suelos de las dos regiones tienen propiedades físicas satisfactorias para este cultivo; lo cual es una gran ventaja para el desarrollo del sistema radical del H. brasiliensis.

Las condiciones de fertilidad pueden mejorarse con aplicaciones de fertilizantes, hasta el punto económico más conveniente para

los cultivadores de hule.

3). Las prácticas de cultivo, a pesar de ser diferentes en am bas zonas, resultan satisfactorias en los dos lugares estudiados.

4). Los coeficientes de correlación lineal entre diámetro - e edad y altura - edad, muestran que existe una correlación muy estrecha entre estas características, así como entre la correlación lineal diámetro - altura de los árboles de E. brasiliensis.

5). Los incrementos diamétricos anuales calculados por métodos estadísticos, para los primeros 4 años de edad son de: 1.8 cm. por año para la finca "La Francia" y 2.2 por año para la finca "Webber". Aunque hay cierta diferencia en el crecimiento entre las dos zonas, ésta no es considerable.

6). Los incrementos anuales en altura total para los primeros 4 años de edad, resultaron ser de: 2.61 metros para la finca "La Francia" y 2.38 metros para la finca "Webber"; la diferencia no es considerable.

7). Por cada metro de crecimiento en altura total, hay un crecimiento diamétrico de 0.69 cm. para la finca "La Francia" y 0.85 cm. para la finca "Webber".

8). Haciendo uso de las clasificaciones de crecimiento diamétrico y de altura en cada una de las edades encontradas al hacer el presente estudio, se pueden hacer raleos quitando o eliminando las clases que se consideran con crecimiento bajo y muy bajo. En las primeras edades es preferible hacer los raleos, basándose en el crecimiento de altura y las segundas con base en el crecimiento diamétrico.

9). Para futuras investigaciones sobre el crecimiento del

H. brasiliensis en sus primeros años, basta efectuar mediciones diámétricas y no es preciso hacer mediciones de altura total, ya que existe estrecha correlación entre altura total y diámetro en relación con la edad de los árboles.

10). Hay indicaciones de que, por lo menos en los primeros años, puede cultivarse café intercalado entre las hileras de árboles de hule, pues en la finca "Webber", parece que éste no afecta el crecimiento del Hevea brasiliensis durante los cuatro primeros años de edad.

RESUMEN

CRECIMIENTO EN DIAMETRO Y ALTURA DEL ARBOL DEL HULE  
(HEVEA BRASILIENSIS, MUELL. ARG.) EN DOS ZONAS  
ECOLOGICAS DE COSTA RICA.

El hule, Hevea brasiliensis Muell. Arg. principal productor de hule natural en el mundo, ha sido ampliamente cultivado en gran parte de los países tropicales, ya sea con fines comerciales o experimentales.

En el hemisferio occidental, la enfermedad sudamericana de la hoja, producida por el hongo (Dothidella ulei P. Henn.), ha sido factor limitante en el fomento de este cultivo. Esto ha conducido a la selección de clones tales como IAN 710, IAN 713, IAN 717, IAN 833, IAN 873 y FX 2261, que combinan alto rendimiento con un grado satisfactorio de resistencia a las enfermedades.

El presente estudio trata de comparar el crecimiento en diámetro y altura total de esos clones durante los primeros 4 años de edad, en dos diferentes lugares de Costa Rica: 1) la finca "Webber", a 580 metros de elevación, localizada en San Isidro del General, en la vertiente del Pacífico y 2) la finca "La Francia", a 94 metros de elevación, localizada en la vertiente del Atlántico. Ambos lugares presentan condiciones climáticas diferentes, especialmente en cuanto a temperatura, así como cantidad total y la distribución de las lluvias.

Se midió el diámetro y la altura total de 400 árboles de hule en cada zona. Las muestras fueron tomadas al azar, en las diferentes edades encontradas, las cuales variaban entre 8 y 44 meses.

Por medio de los coeficientes de regresión se calcularon los valores de crecimiento para 1, 2, 3 y 4 años de edad, tanto en diámetro como en altura total.

El crecimiento diamétrico anual, durante los primeros 4 años de edad resultó ser de 1,81 cm. en la finca "La Francia" y 2,22 cm. en la finca "Webber".

El crecimiento anual en altura, durante los primeros 4 años de edad, resultó ser de 2,61 m. en la finca "La Francia" y 2,38 m. en la finca "Webber".

Con base en las mediciones tomadas, se hicieron las distribuciones de clases diamétricas y altura total para cada edad y cada zona. Estas distribuciones pueden tener aplicación en prácticas de raleo, por haberse clasificado en categorías, lo que permite seleccionar los árboles más vigorosos en cada edad. También fueron trazadas curvas de crecimiento diamétrico en relación con la edad para cada una de las zonas estudiadas.

Los coeficientes de correlación demuestran que las relaciones diámetro-edad, altura-edad y diámetro-altura, son muy estrechas. Esto sugiere que en futuras investigaciones, bastaría tomar las medidas diamétricas para evaluar el crecimiento de los clones y su adaptabilidad a las condiciones ecológicas de un lugar determinado.

Las dos zonas, a pesar de sus diferencias climáticas, permiten un crecimiento inicial satisfactorio del árbol del hule.

Las observaciones pedológicas mostraron que en ambos lugares donde se encuentran las plantaciones de hule, los suelos tienen buenas propiedades físicas y las condiciones de fertilidad son susceptibles de mejoramiento.

SUMMARY

GROWTH IN DIAMETER AND HEIGHT OF RUBBER

(HEVEA BRASILIENSIS, MUELL. ARG.) IN TWO ECOLOGIC

ZONES OF COSTA RICA

The rubber tree (Hevea brasiliensis, Muell. Arg.), principal producer of natural rubber in the world, has been extensively introduced in many tropical countries, for both commercial and experimental purposes.

In the Western hemisphere, the South American leaf blight disease, caused by the fungus Dothidella ulei P. Henn, has been a limiting factor in the promotion of this crop. This has led to the selection of the clones IAN 710, IAN 713, IAN 717, IAN 833, IAN 873 and FX 2261, all of which combine high yields with a satisfactory degree of resistance to diseases.

The present study attempts to compare diameter and height growth of the clones during the first 4 years of age, in two different locations of Costa Rica: the "Webber" plantation, located close to San Isidro del General at an altitude of 580 meters, on the Pacific watershed; and 2) "La Francia" plantation, on the Atlantic watershed at an altitude of 94 meters. Both locations present different climatic conditions, especially with regard to temperature as well as total rainfall and its distribution.

Four hundred trees from each area were measured as for diameter and total height. Samples were taken at random. The various ages found, varied from 8 to 44 months. By means of the regression coefficients, the annual increment for diameter and height were calculated

for 1, 2, 3 and 4 years of age.

During the first four years of age, the annual diameter growth proved to be 1.81 cm. for "La Francia" and 2.22 cm. for the "Webber" plantations.

Annual height growth during the first four years of age was 2.61 meters for "La Francia" and 2.38 m. for the "Webber" plantation.

Different distribution classes for diameter and height were calculated for each age and for each zone. This should find usage for thinning practices, since it allows the selection of the most vigorous trees for each age. Diameter growth curves in relation to age, were also drawn for each of the zones studied.

Correlation coefficients show that diameter-age, height-age and diameter-height relations are very close. This suggest that in future investigations, diameter measurements are sufficient to evaluate growth of clones and their adaptability to ecological conditions of a given place.

Despite climatic differences, both zones allow satisfactory initial growth of the rubber tree.

Pedological observations made in both areas, indicate that the soils have good physical properties, but the fertility may be improved.

LITERATURA CITADA

1. ACHIEVING AN OPTIMUM STAND. Planters' Bulletin (Malaya) N° 34: 5-10. 1958.
2. ASSESSMENT OF THE GROWTH OF CLONE RBIM 501. Planters' Bulletin (Malaya) N° 43:78-79. 1959.
3. BAILEY, L. H. Manual of cultivated plants. London, The Macmillan Company, 1944. pp. 456.
4. BAPTISTE, E. D. C. & JEEVARATNAM, A. J. A note on Guatemala grass as mulch for rubber plants. Rubber Research Institute of Ceylon, Quarterly Journal 35(2):26-31. 1959.
5. BUCKMAN, H.O. & BRANDY, N. C. The nature and properties of soils. New York, The Macmillan Company, 1960. pp. 55-58, 62-64.
6. CALZADA BENZA, J. Experimentación agrícola. Lima, Perú. Ediciones Agro-Ganaderas, S. A., 1954. pp. 155-167.
7. CAMACHO V., EDILBERTO. Cultivo del caucho en América Latina. La Hacienda 56(5):47-49. 1961.
8. CAMARGO, A. PAES DE. Possibilidades climáticas da cultura da seringueira em São Paulo. O Agrônomo (Brasil) 11(5-6):13-31. 1959.
9. COBLEY, LESLIE S. An introduction to the botany of tropical crops. New York, Longmans Green and Co., 1956. pp. 316-321.
10. CONSTABLE, D.H. & HODNETT, G. E. The responses of Hevea brasiliensis to fertilizers in Ceylon. Empire Journal of Experimental Agriculture 27(106):150-157. 1959.
11. DE SILVA, C. A. Review of the Botany Department. Growth measurements in immature areas. The Rubber Research Institute of Ceylon. Annual Review for 1960. 1961. pp. 15, 29-36.
12. DIJKMAN, M. J. Hevea; thirty years of research in the Far East. Coral Gables, Florida, University of Miami Press, 1951. pp. 5-16, 53-65, 115-127.
13. DONDOLI, CESAR. La región del General. Condiciones geológicas y geoagronómicas de la zona. San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica. Departamento Nacional de Agricultura. Boletín técnico N° 44, 1943. 16 p.
14. DUCKE, A. Novas contribuicoes para o conhecimento das seringueiras da Amazonia Brasileira II. Instituto Agronomico do Norte. Boletín Técnico N° 10, 1946. 24 p.

15. DUCKE, A. Revision of the genus Hevea Aubl., mainly the Brazilian species. Archivos do Instituto de Biologia Vegetal 2(2): 217-246. 1935.
16. EADY, G. H. Yields of Hevea brasiliensis (Para rubber) on experiment stations 1891-1929. Gold Coast, Department of Agriculture. Bulletin N° 18:1-6. 1929.
17. THE EFFECT OF LALANG ON THE GROWTH OF YOUNG RUBBER TREE. Journal of the Rubber Research Institute of Malaya 8(3):227-231. 1938.
18. EIDT, ROBERT C. Plantaciones de caucho en el Brasil, Fordlandia y Belterra. Agricultura Tropical (Colombia) 9(1):17-26. 1953.
19. ESTABLISHING A LEGUME COVER. Planters' Bulletin (Malaya) N° 14: 86-94. 1954.
20. FACTORS AFFECTING THE DEVELOPMENT OF ROOT SYSTEMS. Planters' Bulletin (Malaya) N° 39:121. 1958.
21. GOODYEAR TIRE & RUBBER COMPANY. The rubber's return to the Western Hemisphere. Akron, Ohio, The Goodyear Tire & Rubber Company. n. d. 24 p.
22. HAINES, HARRY C. Historia del árbol del hule "Hevea". En: V Curso Internacional de Dasonomía Tropical. La Habana, Cuba, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Proyecto 39, Programa de Cooperación Técnica, 1955. 3 p. (mimeografiado).
23. HAINES, W. B. & OTHERS. Manuring Hevea V: some long-term effects in the Dunlop (Malaya) experiments. Empire Journal of Experimental Agriculture 22(87):203-210. 1954.
24. HASSELO, H. N. Fertilizing of young rubber in the Cameroons. Netherlands Journal of Agricultural Science 8(3):165-178. 1960.
25. HOLDRIDGE, L. R. La vegetación de Costa Rica. En: Costa Rica. Dirección General de Estadística y Censos. Atlas Estadístico de Costa Rica. 1953. pp. 32-33.
26. \_\_\_\_\_ Determination of world plant formations from simple climatic data. Science 105(2727):367-368. 1947.
27. HUNTER, J. R. Límites climáticos del cacao, café y hule. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1959. 9 p. (Materiales de Enseñanza de Café y Cacao N° 16-E).
28. JACKS, G. V. Tropical soils to tropical crops. Harpenden, England, Imperial Bureau of Soil Science. Technical Communication N° 34. 1936. pp. 38-40.

29. KLIPPERT, W. E. El cultivo del hule "Hevea" en pequeñas fincas. Washington, D. C., Secretaría de Agricultura de los Estados Unidos. Administración de Investigaciones Agrícolas, 1946. 77 p.
30. KNAAP, W. P. VAN DER. Growth and fertilizing of young Hevea in Besuki III. (Situation after six years of field experiment). Menara Perkebunan 28(10):195-207. 1959.
31. KOEPPEN, WILHELM. Climatología. México, D. F., Fondo de Cultura Económica. Versión directa de Pedro Hendrichs Pérez, 1948. pp. 193-201.
32. KORTLEVE, A. Investigation into the influence of reaction of the soil on the development of Hevea brasiliensis. Archief voor de Rubbercultuur in Nederlandsch-Indië 12(11):617-627. 1928.
33. LA RUE, CARL D. The Hevea rubber tree in the Amazon Valley. U. S. Department of Agriculture. Department Bulletin N° 1422. 1926. 70 p.
34. LESCANO, MANUEL A. Factores que afectan el establecimiento de Je be en la selva. P.C.E.A. Boletín Trimestral de Experimentación Agropecuaria (Perú) 4(1):16-20. 1955.
35. LYON, T. L. & BUCKMAN, H. O. Edafología. Naturaleza y propiedades del suelo. Traducido de la 4a. edición en Inglés por Victor S. Nicollier. Buenos Aires, Acme Agency, Soc. Resp. Ltda., 1947. pp. 52-59.
36. MACMILLAN, H. F. Tropical planting and gardening. 5th. ed. London, Macmillan and Co., 1943. pp. 385-388.
37. MAINSTONE, J. B. Effects of ground-cover type and continuity of nitrogenous fertilizer treatment upon the growth to tappable maturity of Hevea brasiliensis. In: Natural Rubber research Conference. Proceedings. Kuala Lumpur, Malaya, 1960. pp. 362-370.
38. MARTINEZ, MAXIMINO. Plantas útiles de la flora mexicana. México, D. F., Ediciones Botas, 1959. pp. 333.
39. MASEFIELD, G. B. A handbook of tropical agriculture. Oxford, at The Clarendon Press, 1949. pp. 80-82.
40. MEADS, H. D. Bark Consumption and bark reserves on small rubber Holdings in Malaya. Kuala Lumpur, Malaya, Department of Agriculture, 1934. pp. 4-12. (Economic Series N° 4. Sección II).
41. MENDES, L. O. T. Observacoes sobre a produtividade de seringueiras (Hevea brasiliensis Muell Arg.) plantadas de sementes. Bragantia (Brasil) 18(28):417-440. 1959.

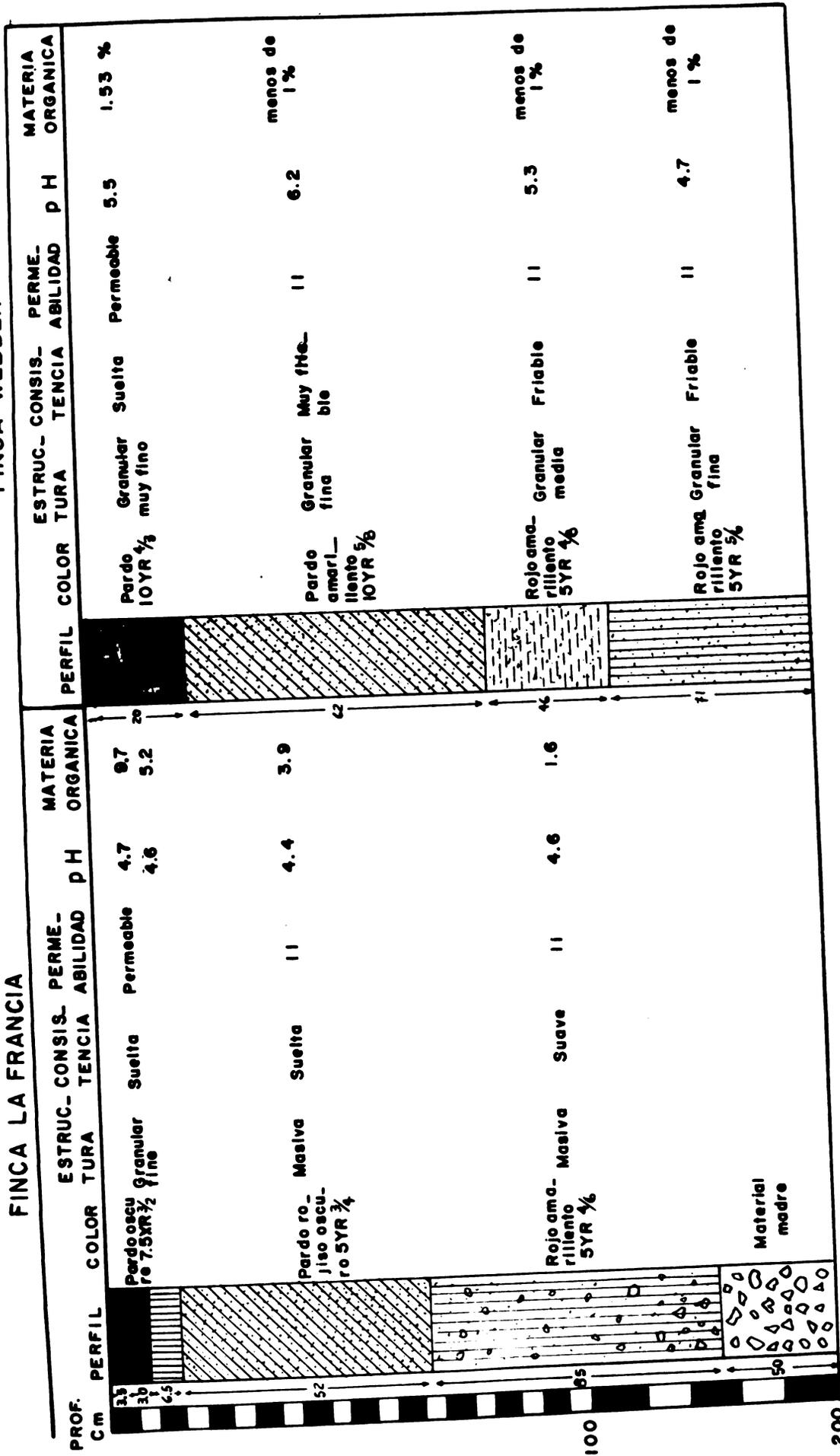
42. MORALES, J. O. & OTROS. Cultivos intercalados en plantaciones de Hevea. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Boletín Técnico N° 1. 1949. 26 p.
43. MUNSELL SOIL COLOR CHARTS. Baltimore, Maryland, Munsell Color Co., Inc., 1954. s. p.
44. NUTRITIONAL NEEDS OF HEVEA: effect of manuring on growth and yields. Planters' Bulletin (Malaya) N° 31:64-66. 1957.
45. OCHSE, J. J. & OTHERS. Tropical and subtropical agriculture. New York, The Macmillan Co., 1961. Vol. 2. pp. 923-996.
46. ON MANURING AND RELATED PROBLEMS IN RUBBER. Adv. Circ. Rubb. Res. Icheme Ceylon 29. 1950. 8 p. (Original no disponible para consulta; compendiado en: Horticultural Abstracts 21(3):423. 1951).
47. OTOUL, E. Influence du sol et du precedent cultural sur la croissance des jeunes Heveas. Bulletin d'Information (INEAC) 8(6):355-374. 1959.
48. OWEN, G., WESTGARTH, D. R. & IYER, G. C. Manuring Hevea: effects of fertilizers on growth and yield of mature rubber trees. Journal of the Rubber Research Institute of Malaya 15(1): 29-52. 1957.
49. PEREZ ARBELAEZ, E. Plantas útiles de Colombia. Bogotá, Librería Colombiana Camacho Roldán, 1956. pp. 351-355.
50. PUENTE C., M. & VERGARA C., A. Diversas experiencias encaminadas a mejorar el cultivo del hule Hevea en México, llevadas a cabo en el campo agrícola experimental de hule "EL Palmar", municipio de Zongolica, Ver. México, D. F., Secretaría de Agricultura y Ganadería Instituto de Investigaciones Agrícolas, 1953. 70 p.
51. RANDS, R. D. South American leaf disease of Para Rubber. U. S. Department of Agriculture. Department Bulletin N° 1286. 1924. 18 p.
52. \_\_\_\_\_ & POLHAMUS, L. G. Progress report on the cooperative Hevea rubber development program in Latin America. Washington, D. C. U. S. Department of Agriculture. Circular N° 976. 1955. 79 p.
53. SAIZ DEL RIO, J. F. & BORNEMISZA, E. Análisis químico de suelos. Métodos de laboratorio para diagnosis de fertilidad. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Departamento de Energía Nuclear, 1961. pp. 19,95-96.

54. SCHULTES, A. E. Use of wild species in the improvement and cultivation of Hevea. Summary of Seminar. Turrialba, Costa Rica, Inter-American Institute of Agricultural Science, 1951. 3 p. (mimeografiado).
55. SCHULTES, R. E. The importance of plant classification in Hevea. Economic Botany 3(1):84-88. 1949.
56. SHARP, C. C. T. Progress of breeding investigations with Hevea brasiliensis II. Rubber Research Institute of Malaya. Vol. 13. Communication 275. 1951. 99 p.
57. STANWOOD, E. T. Hevea rubber comes to Honduras. Agriculture in the Americas 4(12):227-228. 1944.
58. TAN HONG TONG. Een beschouwing over plantverbanden in nieuwe rubbertuinen. Bergcultures 25(24):605-606. 1956. (English Summary).
59. TOWNSEND, CHARLES H. T. Progress in developing superior Hevea clones in Brasil, Belterra, Para. Washington, D. C., International Cooperation Administration. U. S. of America Operations Mission to Brasil, 1958. 14 p. (Mimeografiado).
60. U. S. BUREAU OF PLANT INDUSTRY, SOILS Y AGRICULTURAL ENGINEERING. Soil Survey manual. Washington, D. C., U. S. Department of Agriculture. Agriculture Handbook N° 18. 1951. pp. 173-231.
61. URIBE, A. Aspectos técnicos en la producción de caucho Hevea. Tesis sin publicar. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1947. 160 p. (mecanografiada).
62. VIDAL, J. J. & CONSTANTINO, N. I. Iniciación a la ciencia forestal. Barcelona, Salvat Editores, S. A., 1959. pp. 125-143, 307-332.
63. WATSON, G. A. Cover plants in rubber cultivation. Journal of the Rubber Research Institute of Malaya 15(1):2-18. 1957.

A P E N D I C E

FINCA WEBBER

FINCA LA FRANCIA



Cuadro 10. Perfiles de los suelos correspondientes a las fincas "La Francia" y "Webber".

Cuadro 11. Contenido de macro-elementos en cada capa de los perfiles tomados en "La Francia" y finca "Webber".

Lugar	Capa ó estrato	N. total %	P lbs./acre	K lbs./acre
	2	0.44	113	560
Finca	3	0.26	106	320
"La Francia"	4	0.19	90	200
	5	0.95	106	140
	2	0.15	46	400
Finca	3	0.04	7	400
"Webber"	4	0.04	9	200
	5	0.03	14	150

Cuadro 12. Datos sobre la plantación de H. brasiliensis en la Finca "La Francia".

Lote	Clones +	Fecha de plantación	Fecha de medición	Edad en meses de los árboles	No. de árboles por Ha.	No. de árboles medidos	Promedio de diámetro en cms. a 1.40 mts.	Promedio de altura total en mts.
1	I, II, III IV, V, VI	Mar. --- 60	Abril - 61	13	505	100	1.70 <sup>++</sup>	1.90
2	III, V, VI	--- 58	Abril - 61	28	495	100	3.80	5.26
3	III, V, VI	--- 58	Abril - 61	31	505	50	3.99	5.86
4	I, III, V, VI	Jun. --- 58	Abril - 61	34	505	50	5.24	6.94
5	I, II, IV	Mar. --- 58	Julio - 61	40	495	100	5.55	7.46

+ I = IAN 710      IV = IAN 833

II = IAN 713      V = IAN 873

III = IAN 717      VI = FX 2261

<sup>++</sup> Medida tomada a 0.35 metros del suelo.

Cuadro 13. Datos sobre la plantación de H. brasiliensis  
 en la Finca "Webber", San Isidro del General.

Lote	Clones +	Fecha de plantación	Fecha de medición	Edad en meses de los árboles	No. de árboles por Ha.	No. de árboles medidos	Promedio de diámetro en cms. a 1.40 mts.	Promedio de altura total en mts.
1	I - V	Jul. - 60	Marzo - 61	8	320	100	1.39 <sup>++</sup>	.52
2	I - V	Jul. - 59	Marzo - 61	20	320	100	1.90	2.80
3	I - V	Jul. - 58	Marzo - 61	32	320	100	5.04	6.15
4	I - V	Jul. - 57	Marzo - 61	44	328	100	7.64	7.52

+ I = IAN 710

II = IAN 713

III = LAN 717

IV = LAN 833

V = FX 2261

++ Medida tomada a 0.35 metros del suelo.

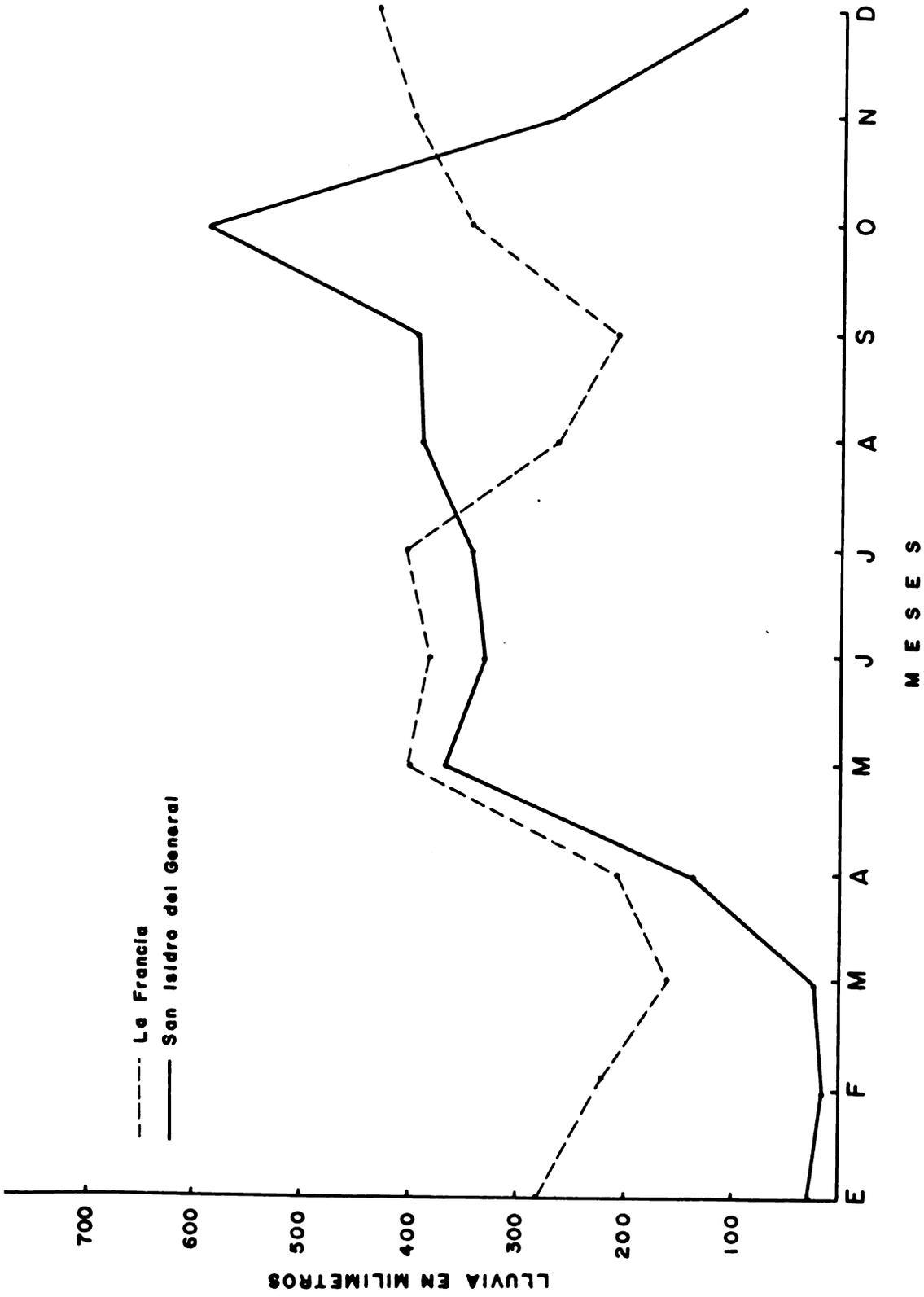


Gráfico 1. Distribución de la precipitación pluvial durante el año en la finca "La Francia" y en San Isidro del General. Promedios de 19 y 16 años respectivamente.

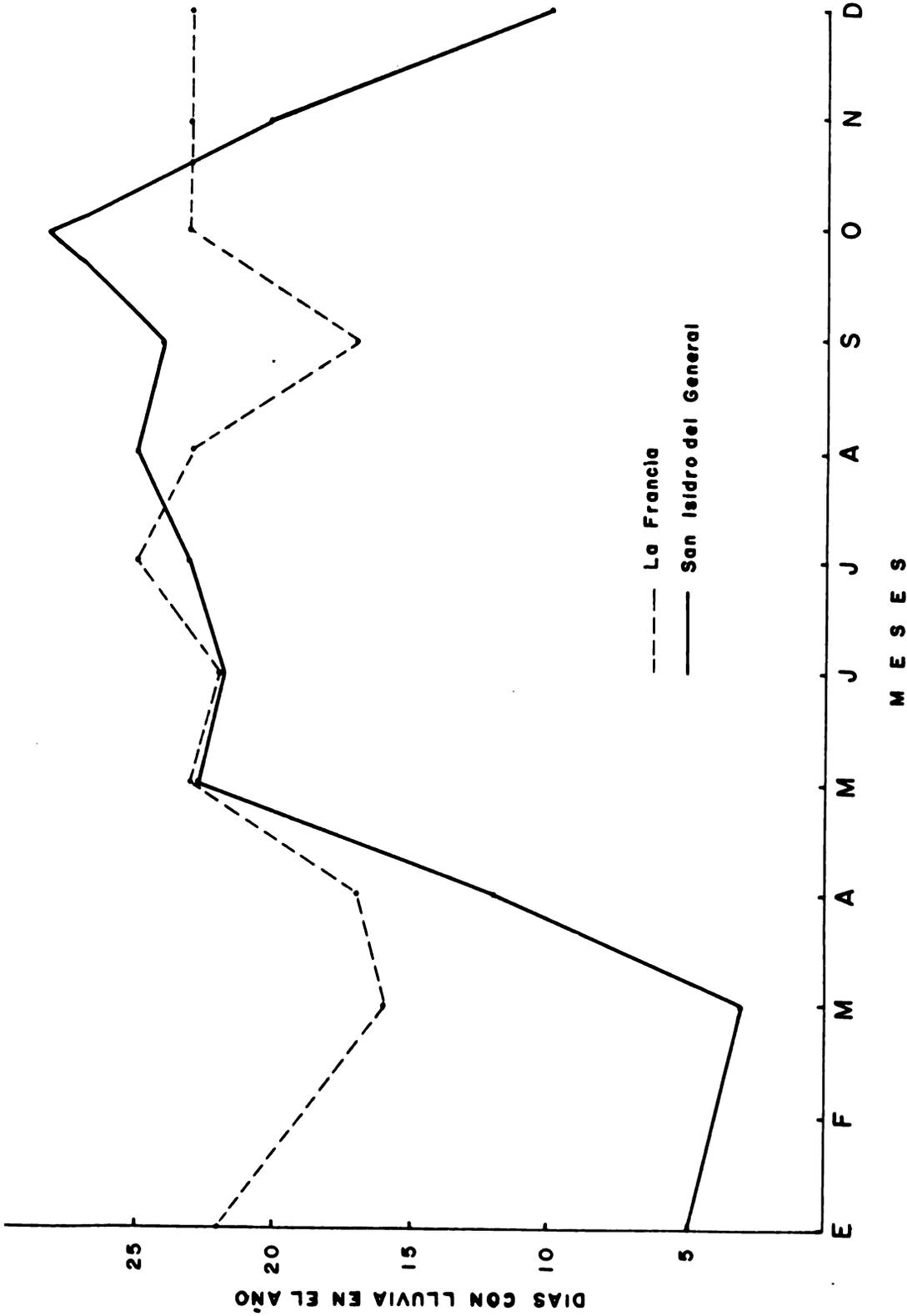


Gráfico 2. Promedio de días con lluvia en las estaciones meteorológicas. Finca "La Francia" y San Isidro de El General.

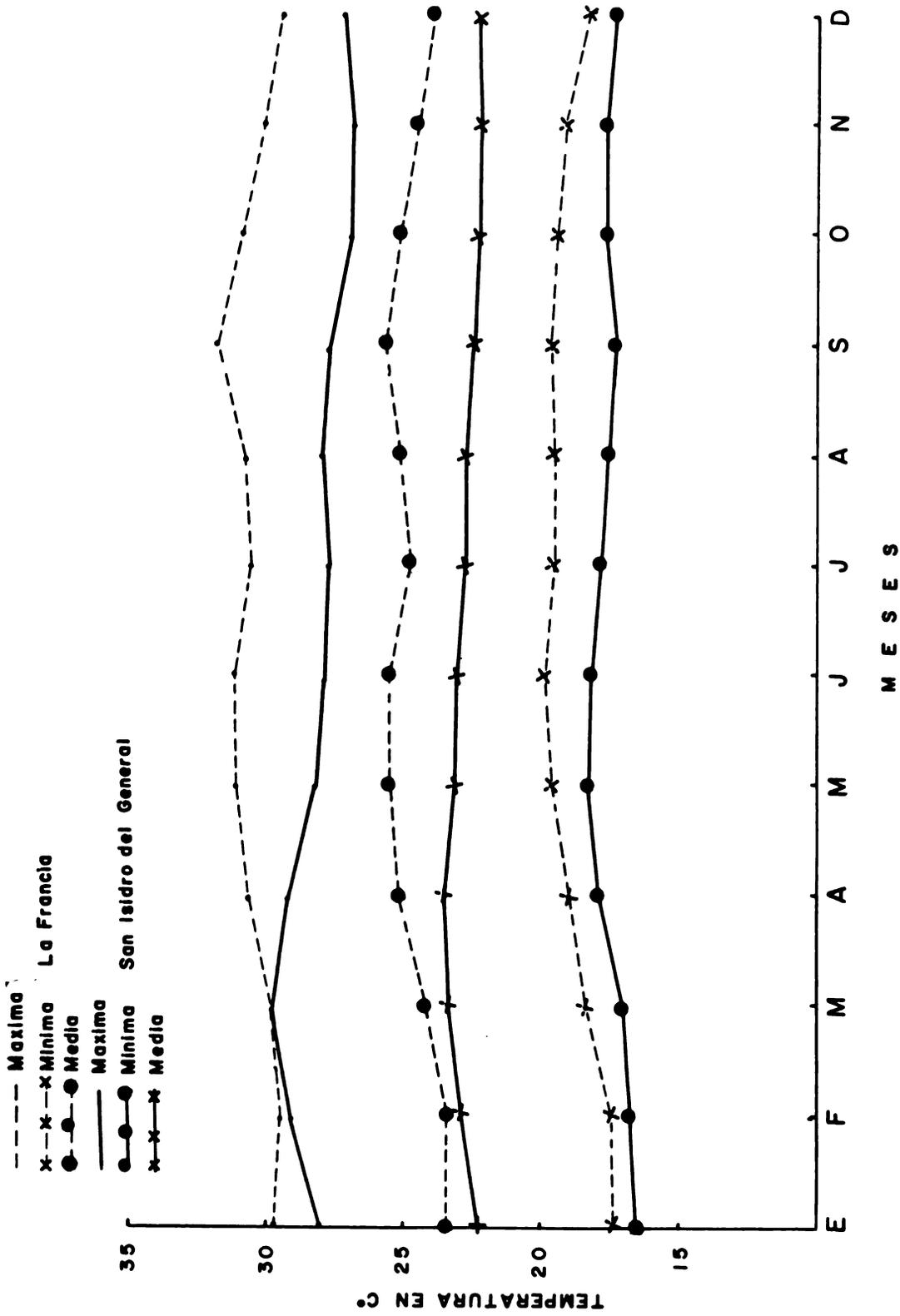


Gráfico 3. Valores normales de temperatura. Máxima, mínima y media, de las estaciones meteorológicas Finca "La Francia" y San Isidro de El General.

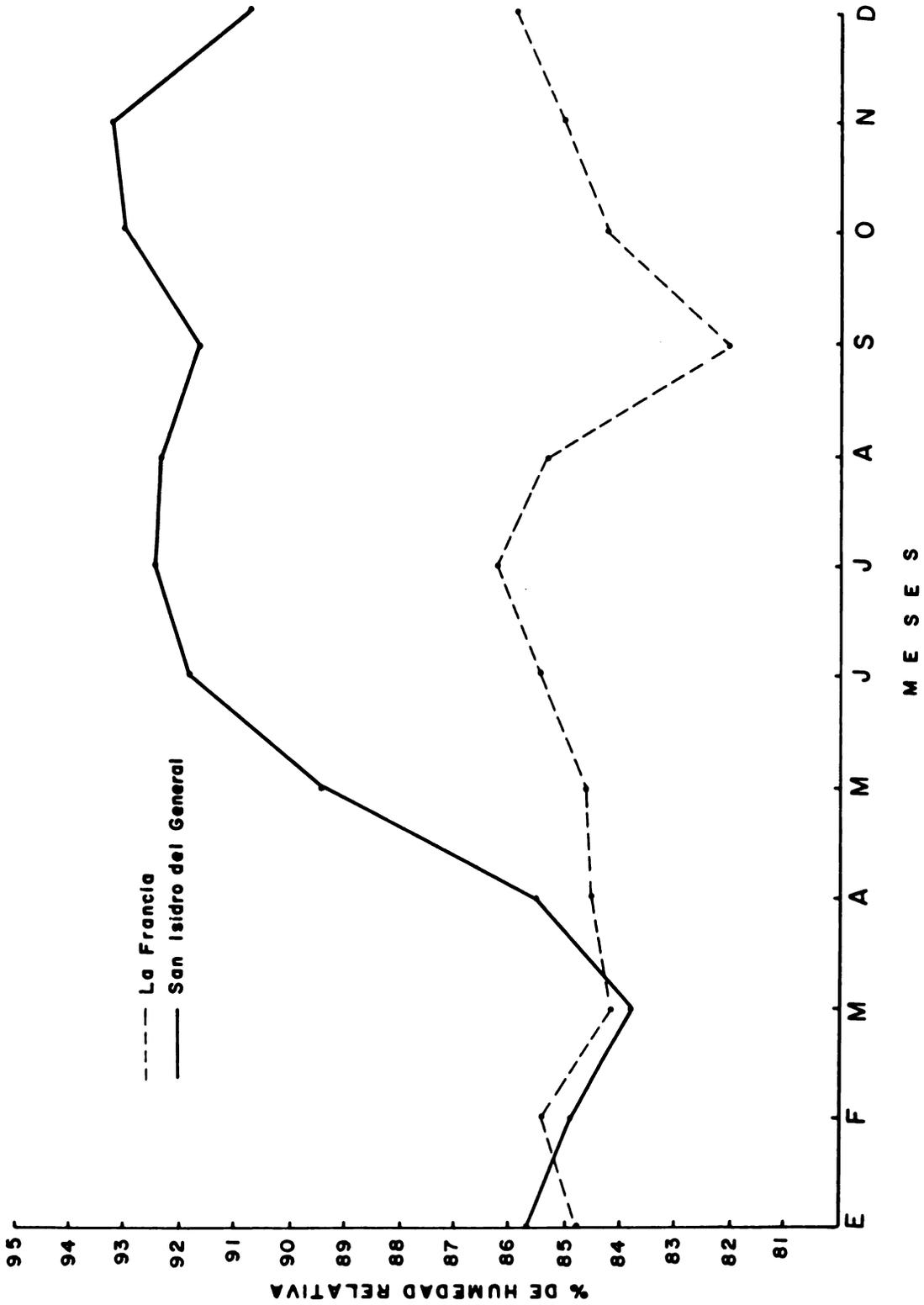


Gráfico 4. Humedad relativa en % de las estaciones meteorológicas Finca "La Francia" y San Isidro de El General.

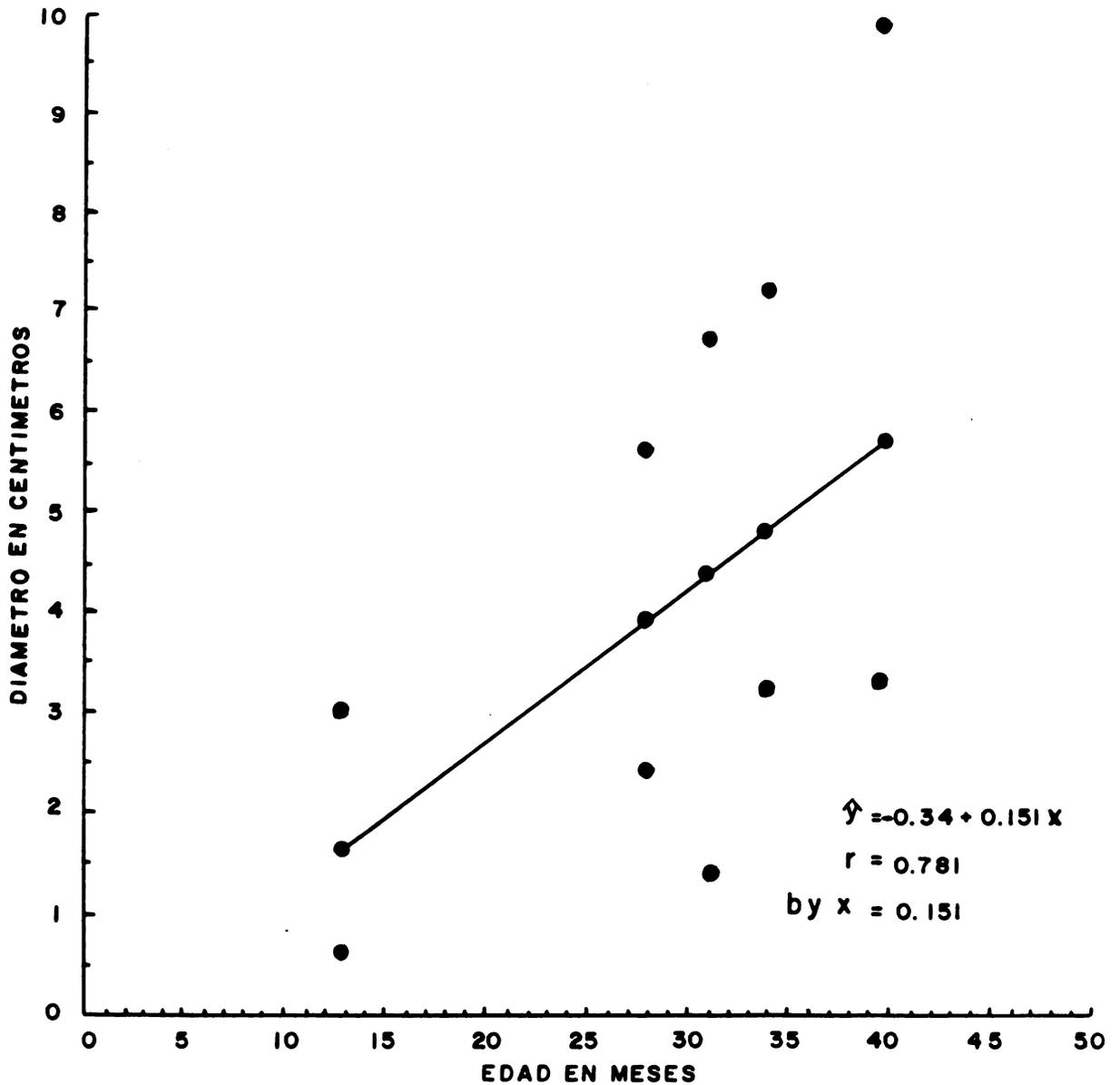


Gráfico 5. Regresión entre diámetro-edad  
Plantación de Hevea brasiliensis.  
Finca "La Francia".

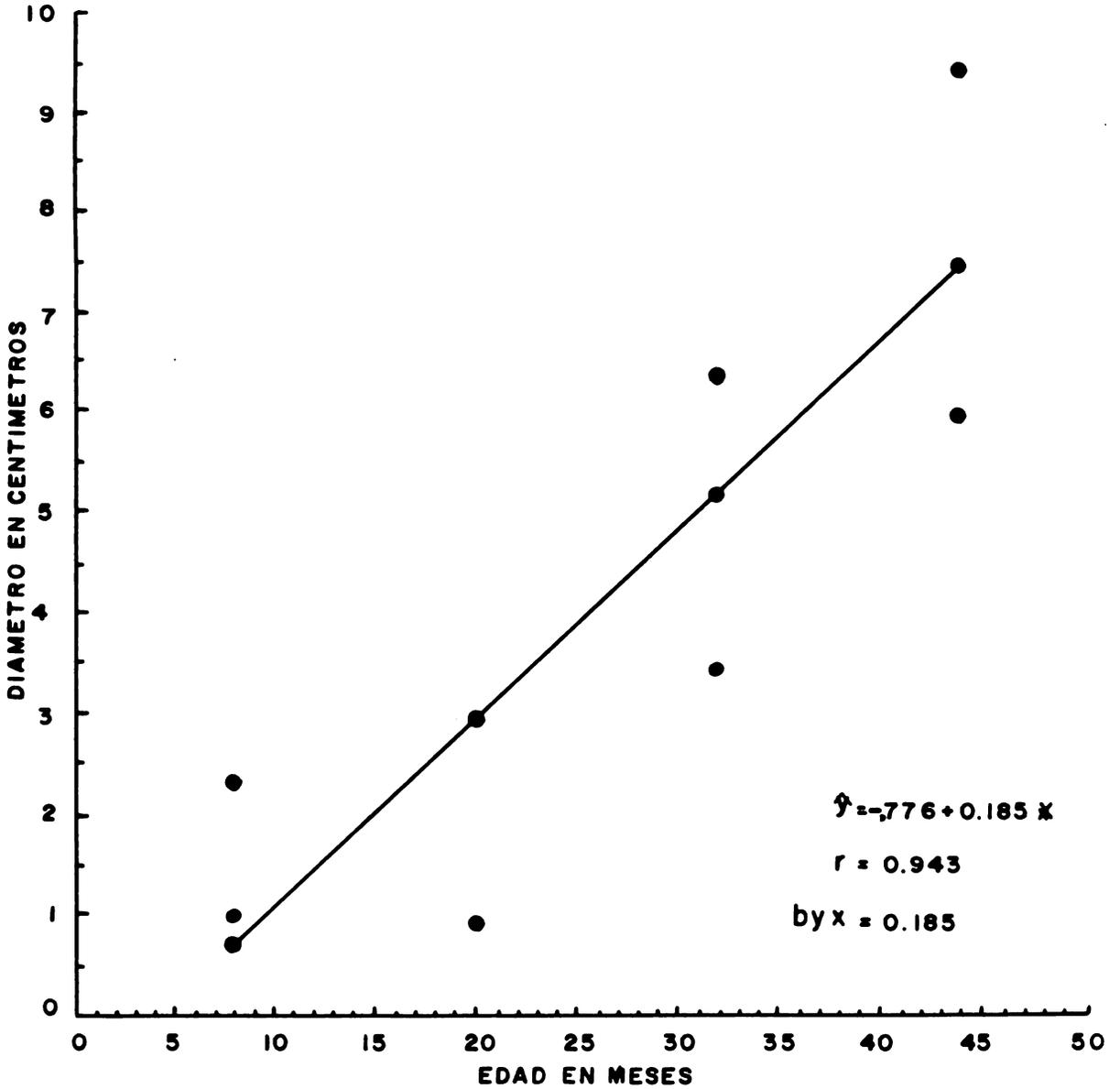


Gráfico 6. Regresión entre diámetro-edad  
Plantación de Hevea brasiliensis.  
Finca "Webber".

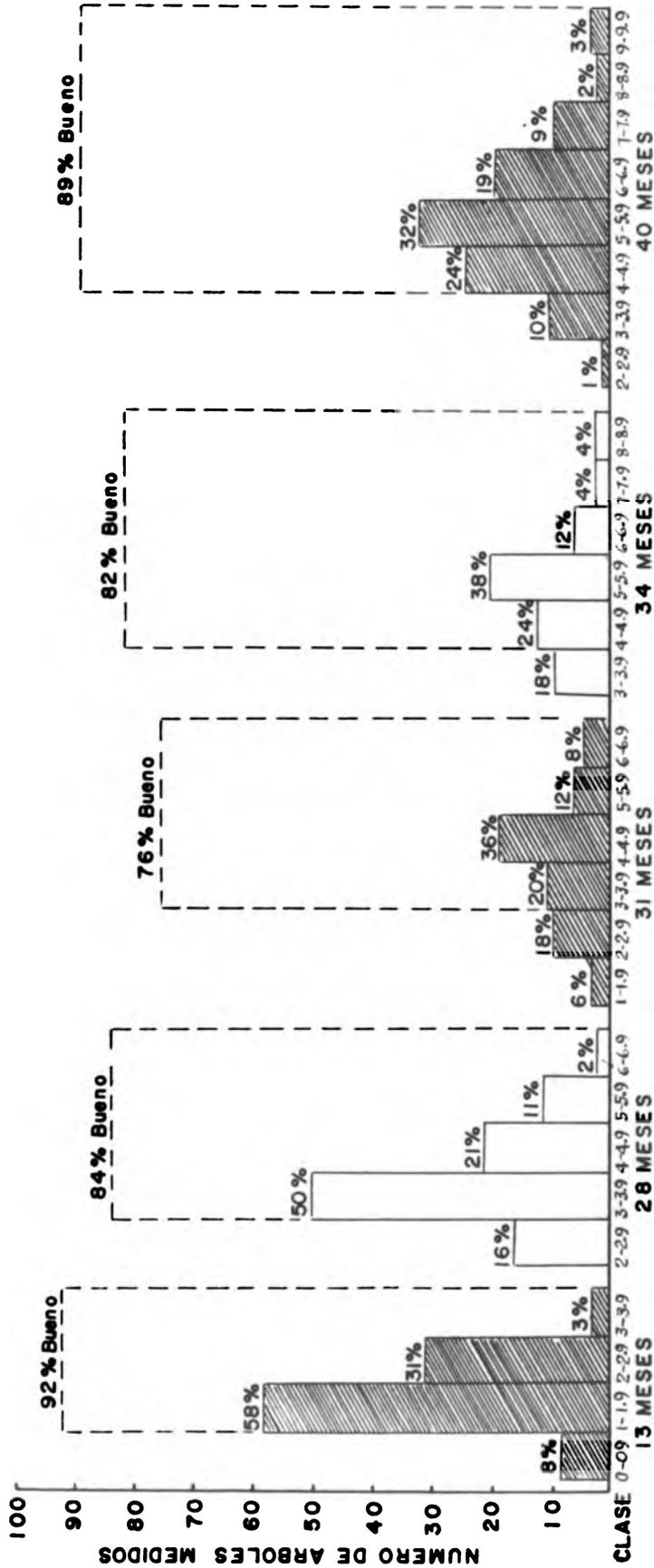


Gráfico 7. Distribución de clases diamétricas en centímetros de las muestras representativas tomadas en las plantaciones de Hevea brasiliensis a diferentes edades. Finca "La Francia".

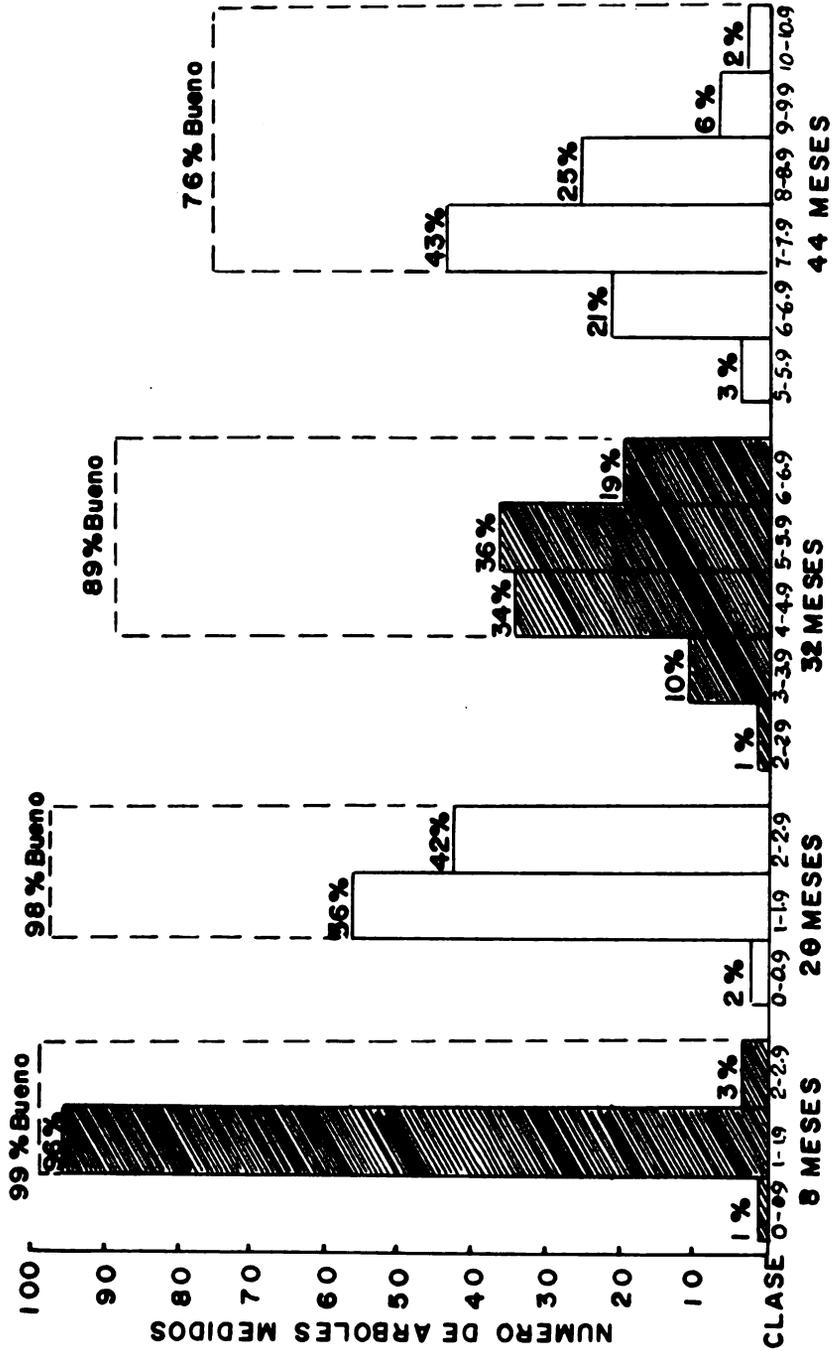


Gráfico 8. Distribución de clases diamétricas en centímetros, de las muestras representativas tomadas en las plantaciones de Hevea brasiliensis, a diferentes edades. Finca "Webber".

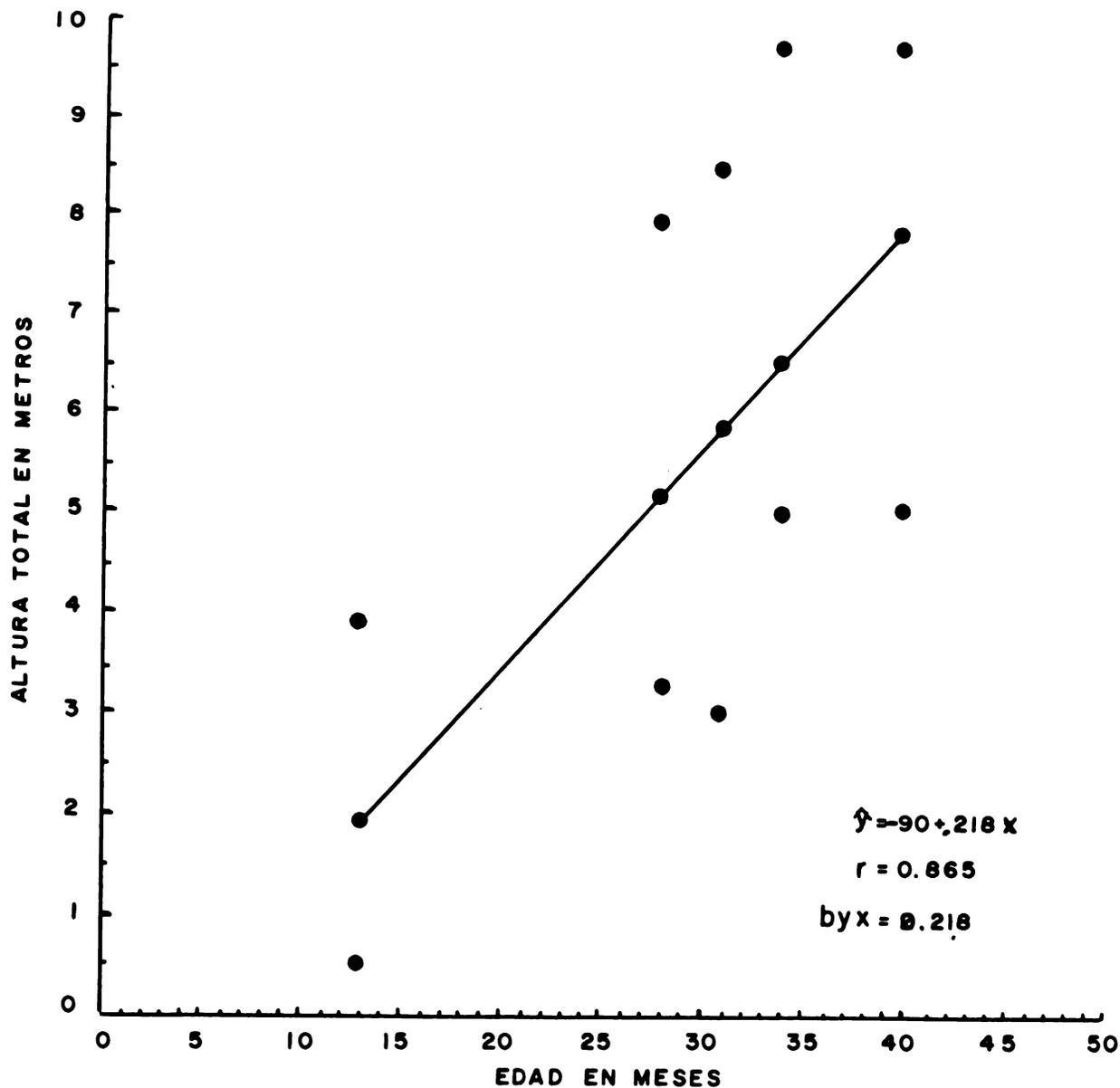


Gráfico 9. Regresión entre altura total-edad plantación de Hevea brasiliensis Finca "La Francia".

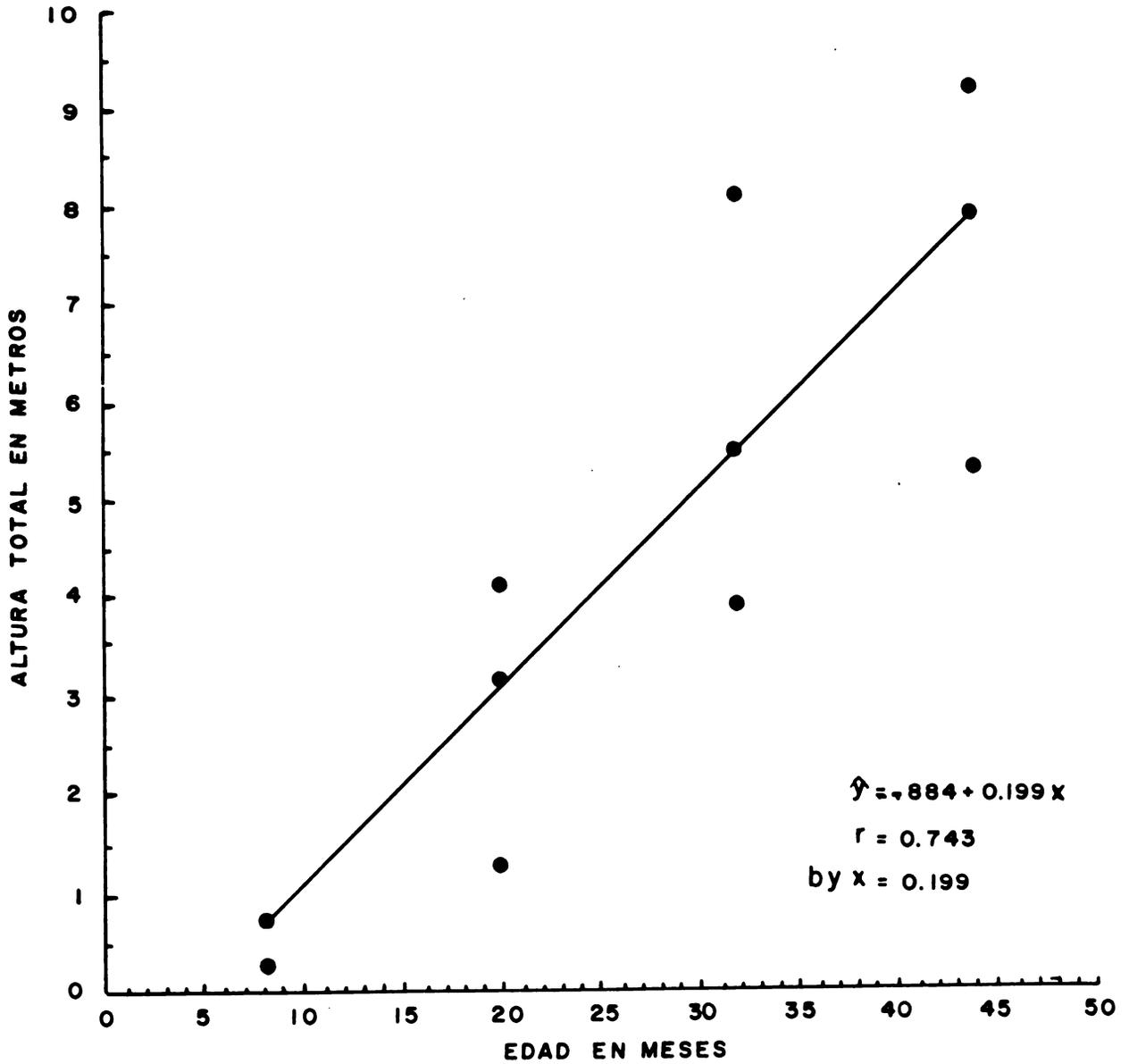


Gráfico 10. Regresión entre altura total-edad  
plantación de Hevea brasiliensis  
Finca "Webber".

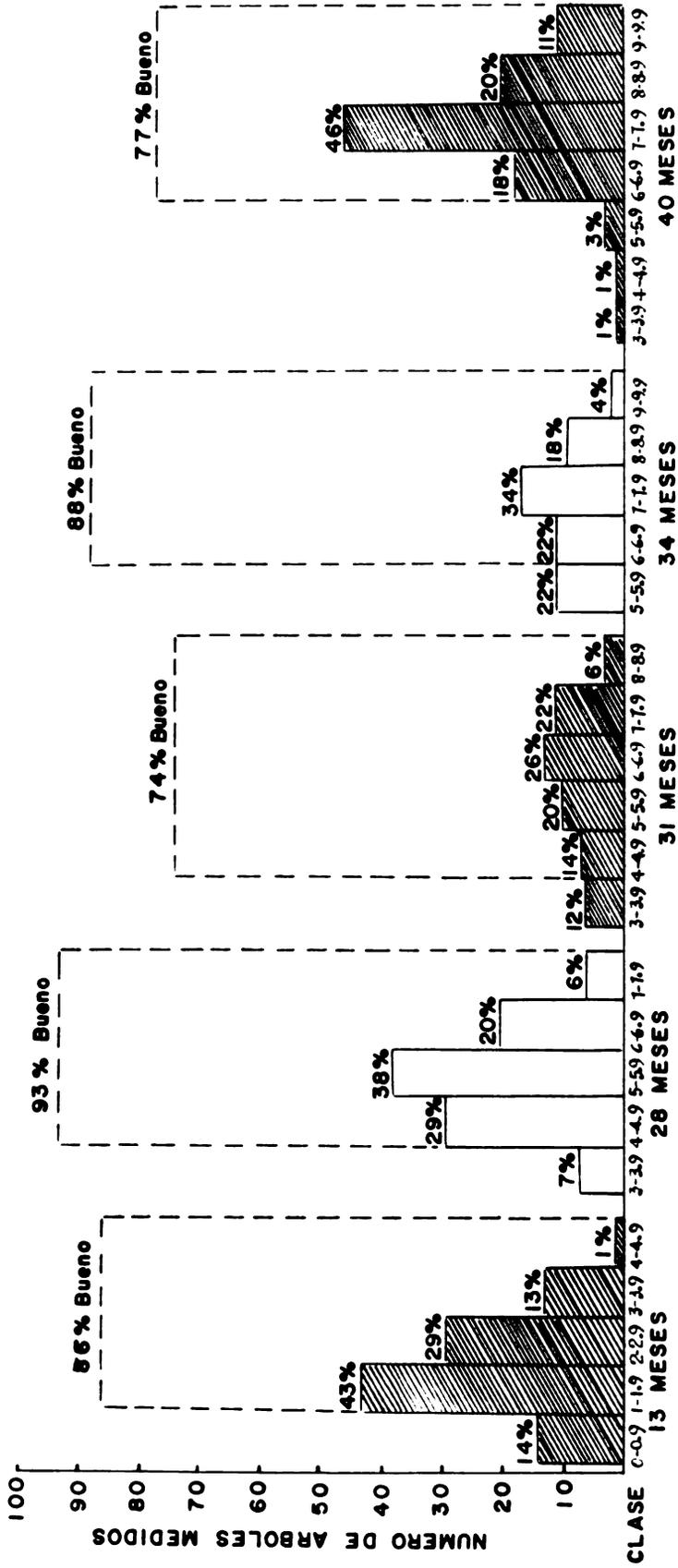


Gráfico 11. Distribución de clases de altura en metros de las muestras representativas tomadas en las plantas - ciones de Hevea brasiliensis a diferentes edades. Finca "La Francia".



Gráfico 12. Distribución de clases de altura en metros de las muestras representativas tomadas en las plantas - ciones de Hevea brasiliensis, a diferentes edades. Finca "Webber".

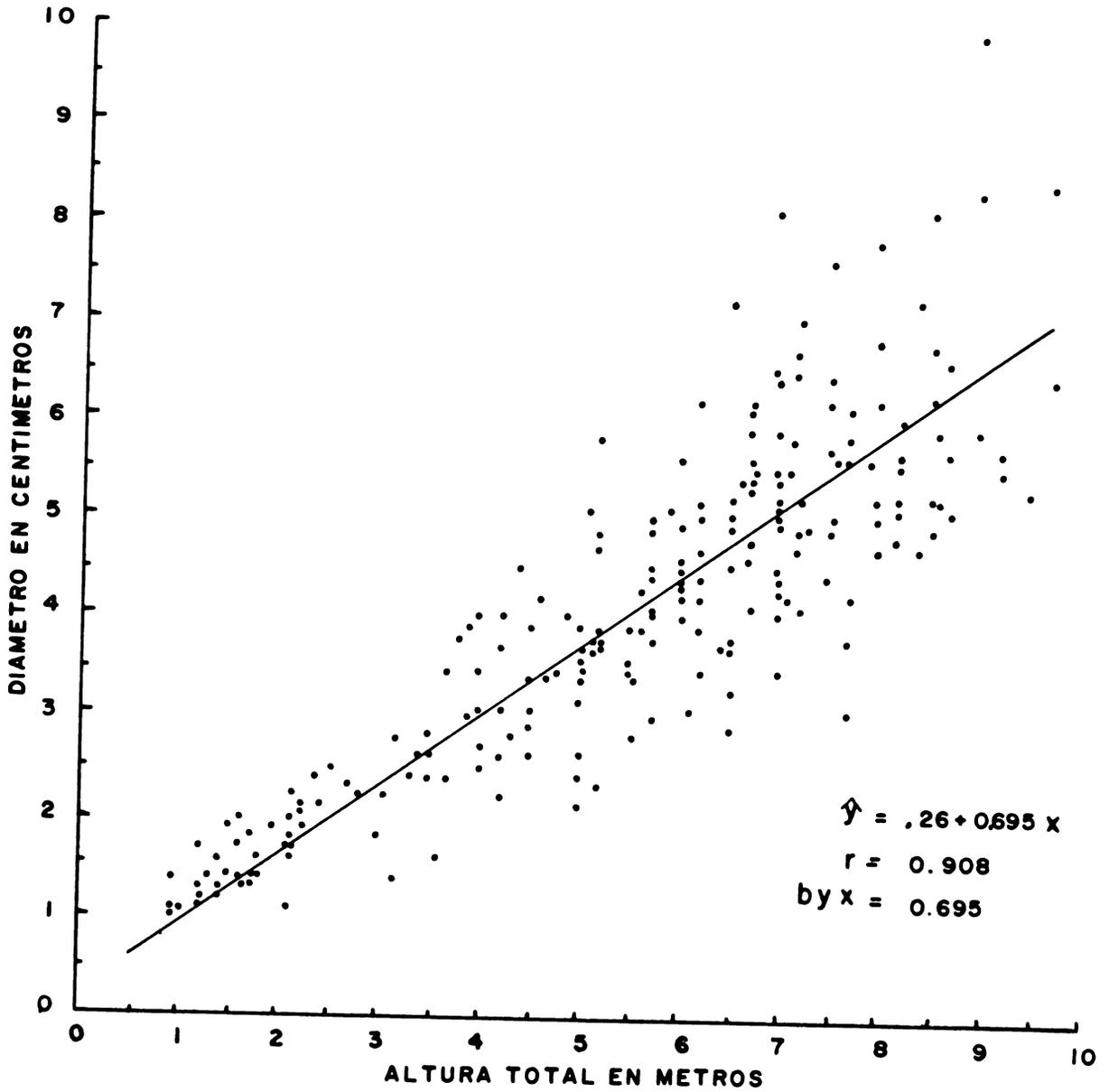


Gráfico 13. Regresión entre diámetro-altura total  
plantación de Hevea brasiliensis.  
Finca "La Francia".

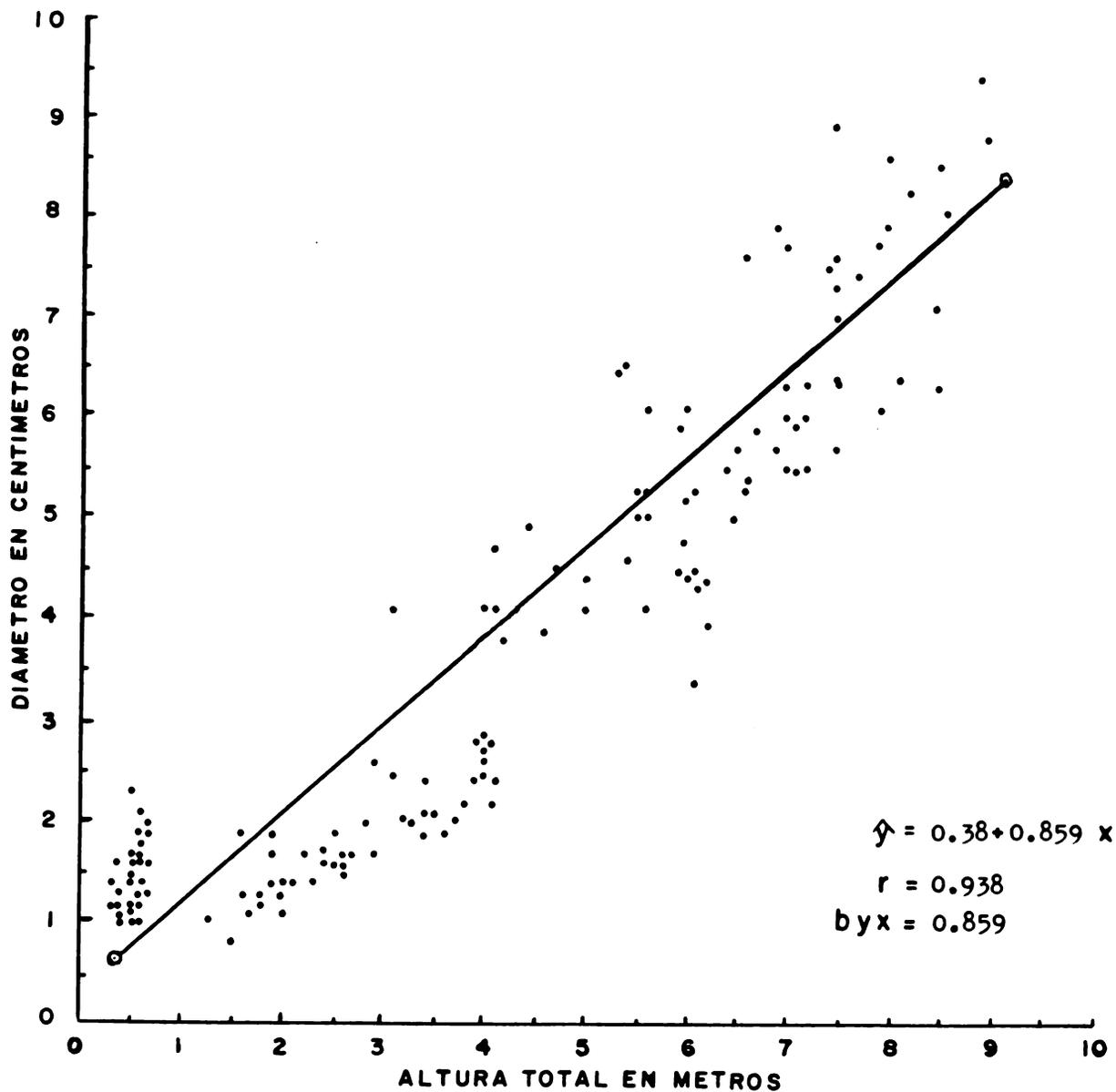


Gráfico 14. Regresión entre diámetro-altura total  
plantación de Hevea brasiliensis.  
Finca "Webber".

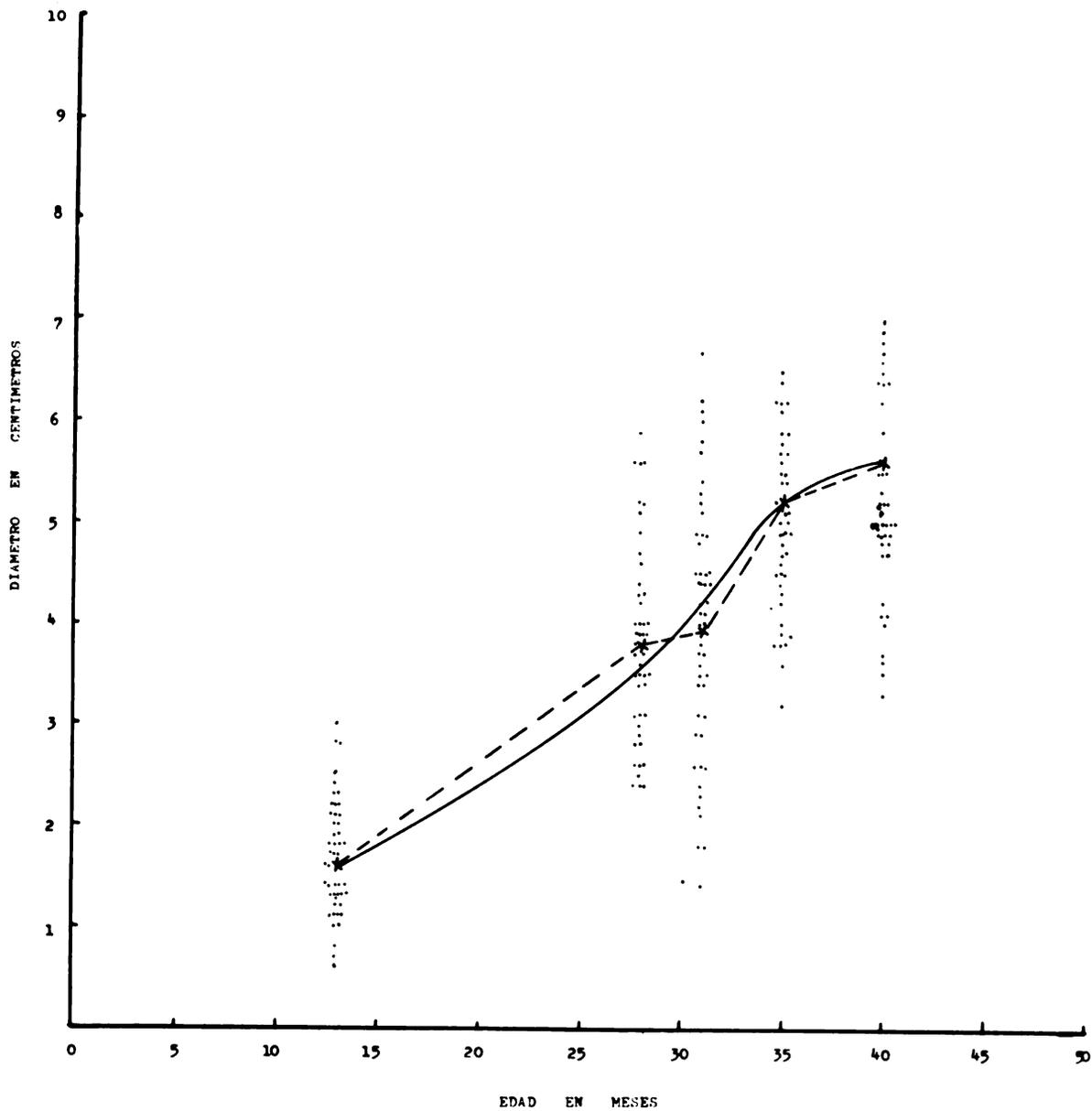


Gráfico 15 : Probable curva de crecimiento diamétrico del Hevea brasiliensis, para la finca "La Francia"

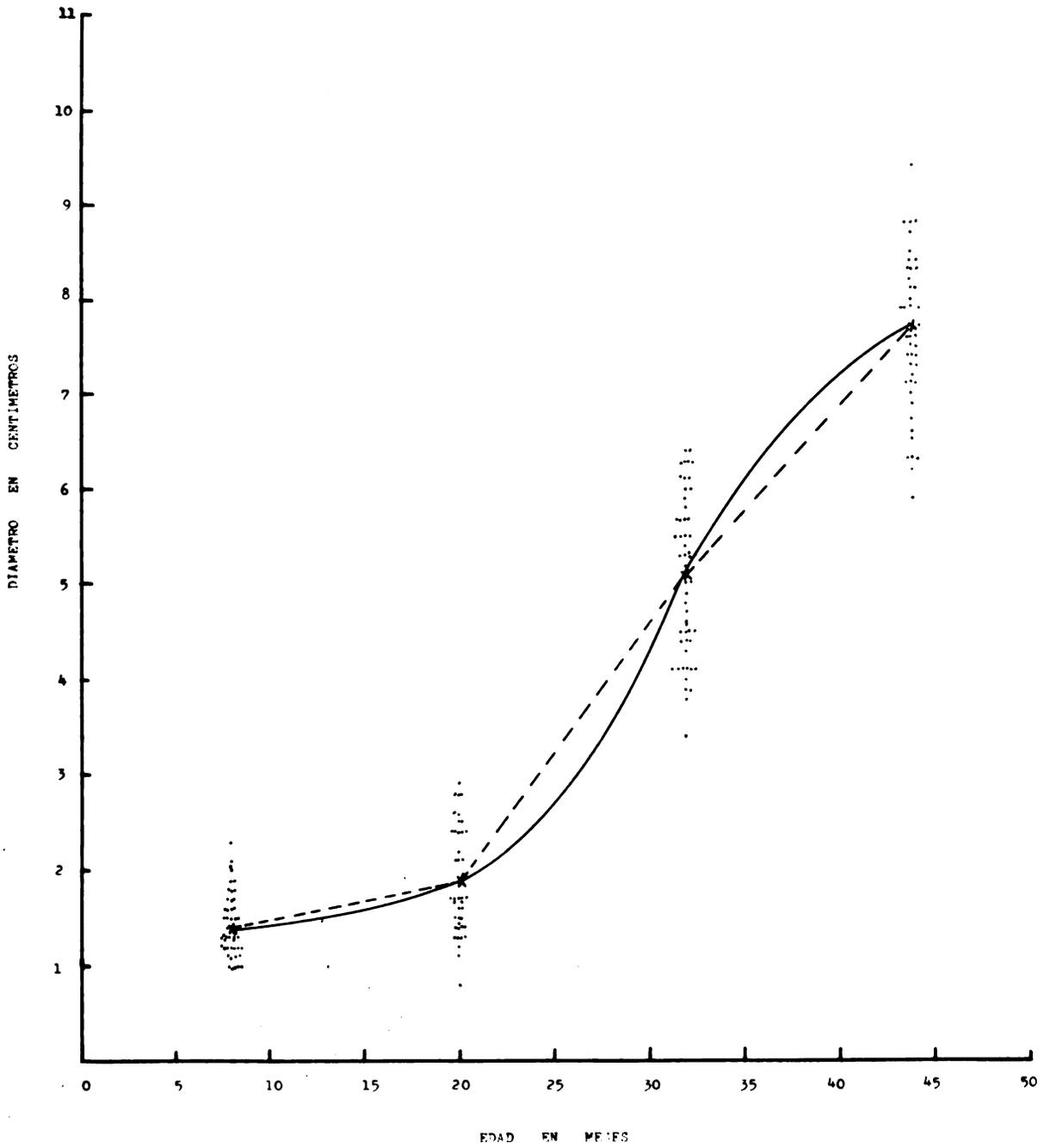


Gráfico 16 : Probable curva de crecimiento diamétrico del *Hevea brasiliensis*, para la finca "Wehler"